ISSN: 1646-9895

risti

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Janeiro 24 • January 24



©RISTI 2024 http://www.risti.xyz

Nº E65

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Edição / Edition
N.º E65, 01/2024

ISSN: 1646-9895

Indexação / Indexing
Academic Journals Database, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, Google Scholar, IndexCopernicus, Information Systems Journal, Latindex, ProQuest, QUALIS, SciELO, SCImago, Scopus, SIS, Ulrich's

Publicação / Publication
RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Pc. 9 de Abril, nº 26, 4200-422 Porto, Portugal
Web: http://www.risti.xyz

Director
Álvaro Rocha, ISEG, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Issue Coordinators
Carlos Caires, Universidad de La Frontera, CL
Jorge Hochstetter Diez, Universidade de La Frontera, CL

Conselho Editorial / Editorial Board
Abel Méndez, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR
Alejandro Peña, Universidad EAFIT, CO
Alma Gómez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES
Ana Rita Calvão, ESTGA, Universidad de Aveiro, PT
Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL
António Abreu Silva, ISCAP, Instituto Politécnico do Porto, PT
Antonio Garcia, Universidad de Santiago de Compostela, ES
António Godinho, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES
August Climent, Ramon LLull University, ES
Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY
Borja Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Bruno Miguel Ferreira Gonçalves, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Alexandre Silva, nstituto Federal de Minas Gerais, BR
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Rompante Cunha, UNIAG & CeDRI &
Instituto Politécnico Bragança, PT
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT
Célio Marques, Insituto Politécnico de Tomar, PT
Ciro Martins, Universidade do Algarve, PT
Cristina Caridade, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT

Dante Carrizo, Universidad de Atacama,CL
Edwin Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA
Fábio Marques, ESTGA, Universidade de Aveiro, PT
Felipe Vasquez, Universidad de La Frontera, CL
Fernando Moreira, REMIT, IJP, Universidade Portucalense & IEETA, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Ribeiro, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Fernando Bandeira, PT
Filipe Cardoso, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Flor Gomes de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidad de Cádiz, ES
Gerardo González Filgueira, Universidade da Coruña, ES
Gloria Valencia, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Guilllhermo Davila, Universidad de Lima, PE
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT
Helder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, Portugal
Inês Domingues, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isaias Bianchi, Universidade Federal de Santa Catarina, BR
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco, ES
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO
João Emílio Almeida, ISTEC - Porto, PT
João Paulo Ferreira, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Joao Roberto de Toledo Quadros, CEFET/RJ, BR
Joao Tavares, Universidade do Porto, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jorge Eduardo Ibarra Esque, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Jorge Hochstetter, Universidad de La Frontera, CL

José Álvarez-García, Universidad de Extremadura, ES
Jose Felipe Cocon Juarez, Universidad Autónoma del Carmen, MX
José Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pastrana Brincones, Universidad de Málaga, ES
Jose M. Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
José Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT
Jose Silvestre Silva, Academia Militar, PT
Josep Maria Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES
Juan M. Santos-Gago, Universidad de Vigo, ES
Juan Pablo DAmato, Universidad Nacional del Centro de la
Provincia de Buenos Aires, AR
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Leonardo Bermón Angarita, Universidad Nacional de Colombia, CO
Lilia Muñoz, Universidad Tecnológica de Panamá, PA
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR
Luis Álvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-la Mancha, ES
Luisa María Romero-Moreno, Universidad Sevilla, ES
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX
Luz Sussy Bayona Oré, Universidad Nacional Mayor de San Carlos, PE
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR
Marcelo Zambrano Vizuete, Universidad Tecnica Del Norte
Marco Painho, NOVA IMS, PT
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR
María de la Cruz del Río-Rama, Universidad de Vigo, ES
Maria de los Milagros Gutierrez, Universidad Tecnológica Nacional, AR
Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, PT
Maria Hallo, Escuela Politêcnica Nacional, EC
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria Sousa, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT

Marisol B. Correia, ESGHT - Universidade do Algarve & CiTUR, PT
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martin Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Miguel Casquilho, Universidade de Lisboa, PT
Miguel Ramón González Castro, Centro Tecnológico Aimen, ES
Mirna Ariadna Muñoz Mata, CIMAT, MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Melão, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Patricia Dias, Universidade do Estado de Minas Gerais, BR
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, Universidade Nova de Lisboa, PT
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT
Pedro R. Palos- Sanchez, Universidad de Sevilla, ES
Pedro Sanz-Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Pedro Sousa, Universidade do Minho, Portugal
René Faruk Garzozi-Pincay, Universidad Estatal
Península de Santa Elena, EC
Ruben Pereira, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, PT
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT
Rui Silva Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL
Santiago Raul Gonzales Sanches, Universidad Cesar Vallejo, PE
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES
Sergio Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL
Sergio F. Lopes, Universidade do Minho, PT
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES
Solange N Alves-Souza, Universidade de São Paulo, BR
Telmo Silva, DigiMedia, Universidade de Aveiro, PT
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC

Thiago Dias, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, BR
Vítor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Vitor Santos, Universidade Nova de Lisboa - NOVA IMS, PT
Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR
Yamid Hernández Julio, Universidad del Sinú, CO

Índice / Index

ARTIGOS / ARTICLES

Yuyachiy - Aplicación Móvil para la Atención de Emergencias:
Un Estudio de Caso en la Municipalidad Distrital de Chicama, Perú 1
Elizabeth Angulo-Pizan, Javier Tello-León, Javier Gamboa-Cruzado, Yesenia Vásquez-Valencia, Jorge Salas-Ruiz

Aplicación Web Basada en Redes Neuronales para el
Control de Asistencias con Reconocimiento Facial: Un Estudio de
Caso en una Institución Educativa de La Esperanza, Trujillo - Perú 17
Ritz G. Carrera-Ponce, Adrian J. Gonzales-Espinola, Segundo E. Cieza-Mostacero, Edward A. Vega-Gavidia, Elizabeth K. Bravo-Huivin

Business Intelligence para el Proceso de Ventas:
Un Estudio de Caso en una Empresa 31
Carlos J. Asto-Blanco, Jhainer E. Rojas-Paredes, Segundo E. Cieza-Mostacero, Victor F. Luque-Sánchez

Estrategias de transformación digital en las empresas:
Estudio bibliométrico 44
Yolanda Lazo Cisneros, Suzanne Carolina Vargas Frías, Jefferson Ronald Aspilcueta Infante, Pedro Alonzo Mena Tribeño, Felipe Eduardo Yong-Chung

Influencia de los Videojuegos en la Depresión:
Una Revisión Sistemática de la Literatura 57
Martin J. P. Ruiz-Rodriguez, Segundo E. Cieza-Mostacero

Estudio bibliométrico sobre el impacto de la
gestión del conocimiento en los negocios 68
Camila Wong-Torres, Doris Hinostroza-Díaz, Felipe Yong-Chung

Etnomatemática: control del tiempo en la
cultura Aimara, Tacna - Perú, 2022 83
Mamani-Aguilar Oscar, Laura-De la Cruz Kevin Mario, Yucra-Yucra Francisca Elena, Mamani-Yucra Edwin Oscar, Coaquira-Mamani Claudia Mabel, Bahamondes-Rosado María Emilia, Ballon-Bahamondes Roberto Daniel

El aula invertida en el aprendizaje del inglés en estudiantes universitarios de la carrera profesional de Terapia Física y Rehabilitación 92
Laura-De la Cruz Kevin Mario, Alanoca-Gutierrez Rebeca, Mamani-Silva Obdulia, García-Magallanes Milagros Johana, Limache-Arocutipa Gladys Pilar, Marcos-Bustinza de Vargas Raquel Esther, Chura-Gonzales Naldy Soledad

Contexto virtual en el aprendizaje del idioma inglés y su motivación en estudiantes de escuela secundaria 107
Laura-De la Cruz Kevin Mario, Jaliri-Calisaya Deysi Lucy, Mamani-Salcedo Yoni, Arela-Perez Susana[4], Gomez-Cruz Antonia, Suyco-Aquise Mabel Lizbeth, Goyzueta-Tomaz Augusto Alfredo

Uso de la Plataforma Classroom y el Proceso de Evaluación: Un Estudio de Caso en Trujillo – Perú. 121
Mery C. Bustamante-Saldaña, Erly A. Velarde-Pereda, Segundo E. Cieza-Mostacero, Luis A. Flores-Rodriguez, Claudia E. Mori-Ugarte, Raul Y. Lozano-Peralta

Estrategias de Marketing Digital en los Procesos Comerciales en empresas del Sector Alimenticio en el periodo 2013 - 2022: una revisión sistemática de la literatura 134
Elizabeth K. Bravo-Huivin, Angel R. Ugarte-Concha, Beth E. Cárdenas-Núñez, Juan M. Alarcón-Mansilla, Patricio F. Lewis-Zúñiga, Verónica M. Trillo-Espinoza

Distribución de cámaras de videovigilancia en "almacenes de productos de exportación usando el algoritmo Spider Monkey Optimization (SMO).....148
Mauricio Ochoa, Rony Cueva, Manuel Tupia

La educación virtual en pandemia: Una experiencia en el doctorado de una escuela de posgrado en el sur del Perú 162
Velarde-Molina Jehovanni Fabricio, Fernández-Argandoña Regis, Laura-De La Cruz Kevin Mario, Maldonado-Davila Stephanny , Moscoso-Zegarra Giomar Walter, Cárdenas-Rueda Pedro Ronald

Posgrado virtual: La educación virtual y la satisfacción de maestrandos en escuelas de posgrado en el sur del Perú 170
Velarde-Molina Jehovanni Fabricio, Huacca-Incacutipa Ronald, Laura-De La Cruz Kevin Mario, Maldonado-Davila Stephanny, Bahamondes-Rosado María Emilia, Mendoza-Del Valle Luz Anabella

Estilos de Liderazgo y el Clima Organizacional en trabajadores de una Municipalidad Distrital, Cajamarca, Perú 179
Velarde-Molina Jehovanni Fabricio, Gil-Ibañez Wilson, Laura-De La Cruz Kevin Mario, Maldonado-Davila Stephanny, Fernández-Argandoña Regis André, Arias-Santana Victor Alfonso

Estudio de los factores organizacionales y la motivación laboral en una Caja Municipal de Ahorro y Crédito, Cajamarca, Perú 194
Velarde-Molina Jehovanni Fabricio, Gil-Ibañez Wilson, Laura-De La Cruz Kevin Mario, Maldonado-Davila Stephanny, Fernández-Argandoña Regis André Junior, Tapia-Salas Elizabeth Gloria, Condori-Chacolli Miriam Estefani

Maskay - Aplicación Móvil para la Búsqueda y Acceso a Talleres Mecánicos: Un estudio de caso en Trujillo, Perú 204
Antonio Chiclayo-Silvestre, Juan Nizama-Florian, Javier Gamboa-Cruzado, Yesenia Vásquez-Valencia, Carmen Tello-Aguilar

Generación de variables aleatorias discretas atípicas a través del paquete CODAP para la toma de decisiones 220
Greivin Ramírez Arce

Influencia de los videojuegos en la actividad física: Una revisión sistemática de la literatura 233
Kevin R. Pinillos-Medina, Segundo E. Cieza-Mostacero, Milagros J. Rodríguez-Peña

Más allá de la pantalla: aproximación a la relación streamer-audiencia y su influencia en las preferencias de consumo en el streaming 245
Paola Palomino-Flores, Teddy Christopher Chang, Arnau Grifeu-Castells

Gestión de la calidad para incrementar la rentabilidad utilizando un modelo de simulación en la toma de decisiones 259
Armas Marti María Paola Adriana[1], Pretell Liendo Camila Fernanda[2], Miñan Olivos Guillermo Segundo[3], ... 259

Modelo de simulación aplicado en la mejora continua para disminuir costos en la empresa Anís & Canela E.I.R.L. Trujillo-Perú 274
Bazán Soto María José, Mujica Ramírez Ariana Fabiola, Miñan Olivos Guillermo Segundo

La política monetaria como determinante en el costo de financiación empresarial 289
Mónica Arango, Mónica Henao

El papel de la tecnología e innovación en la mejora de la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) en proyectos de infraestructura: Una revisión a los proyectos hidroeléctricos 302
Juan Felipe Laverde-Salazar, Maria Adelaida Torres Sánchez, Daniel Cardona Valencia, Martha Cecilia Álvarez Osorio

E-learning en programas universitarios de ingeniería: Una revisión sistemática de la literatura entre 2010-2023 316
Miñan Olivos Guillermo Segundo, Moreno Ramos Joandri Airton, Fernández Cruz Ximena Daniella

Inteligência Artificial e a Otimização do Fluxo de Pacientes em Ambientes Hospitalares 331
Ailton Cruz, António Lebreiro, Kevin Pimenta, Vitor Tavares, Nelson Pacheco Rocha

Avaliação da Usabilidade e Adequação de uma Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico para Pessoas Idosas 344
Frederico Baptista, Bárbara Lyrio Ursine, Ana Isabel Martins, Rosa Andias, Anabela G. Silva, Nelson Pacheco Rocha

Ciber-Resiliência no Contexto da Segurança e Defesa Nacionais 359
João Pavão, Rute Bastardo, Dário Carreira, Nelson Pacheco Rocha

Formação em Ciber-Resilência, uma Revisão da Literatura 372
João Pavão, Rute Bastardo, Nelson Pacheco Rocha

Otimização de Sistemas de Informação de Suporte à Imagiologia de Urgência 386
Joana Miranda, Milton Santos, Alexandra Queirós, Nelson Pacheco Rocha

La Dinámica de la Gestión del Conocimiento en Microempresas Familiares del Turismo 401
Laura Magali Chamba-Rueda, Gerardo Torres, Jonathan Torres Zambrano

Análisis de la Dinámica de Áreas Quemadas y su Recuperación en el Parque Nacional Natural El Tuparro entre 2021 y 2023 413
Oscar Fernando Borda Casas, Javier Medina

La Energía solar fotovoltaica led como una alternativa de iluminación en la Ruralidad 427
Jorge Morales, Mayela Fernández, Carlos Román, Edwin Quinchimba, David Sánchez, Álvaro Carrera

La gestión del conocimiento en emprendimientos:
Revisión bibliométrica utilizando la teoría del
enfoque meta analítico consolidado (TEMAC) 442
Ingrid Eliana Orlandini Gonzalez, Ximena Alejandra Canedo Avila,
Infrid Grissel Rengel Arancibia

Sistema de Acolhimento Partilhado e Integrado para os
Estudantes Estrangeiros do Ensino Superior (SAPIEns):
um modelo infocomunicacional para facilitar a
mobilidade acadêmica internacional 461
Maureen Cerveira, Lídia Oliveira, Cassia Furtado

Sistema de alivio de carga para las subestaciones
de energía de la empresa eléctrica Quito mediante
el protocolo MQTT y la Norma IEC 61850 474
Jonathan Cahuasquí, Alex Contento, Edgar González, Rosario Coral

Uso de Analytics e Redes Neurais Perceptron para
investigação das relações entre insumos agrícolas e produtividade 486
Rafael Francisco Czornik Sales, Rafael Liberato Roberto,
Flávia Aparecida Reitz Cardoso

El impacto de la gamificación en la habilidad de
escucha del idioma inglés en estudiantes de Educación Primaria 500
Laura-De la Cruz Kevin Mario, Quevedo-Porras Diana Melissa,
Porras-Roque María Soledad, Velarde-Molina Jehovanni Fabricio,
Pérez-Moreno Josue Uziel, Quispe-López Darwin Roy,
Condori-Chacolli Miriam Estefani

Aprimorando a Compreensão de Modelos de Processos
Através da Abordagem em 3D: Uma Investigação
com Profissionais e Acadêmicos..... 515
Diógenes Carvalho Matias, Lenylda Maria de Souza Albuquerque,
Denis Silva da Silveira

Diretrizes de ***Layout*** na Compreensão de
Modelos BPMN: Uma Análise Cognitiva 529
Lenylda Maria de Souza Albuquerque, Denis Silva da Silveira,
Rafael Batista Duarte, Ângela Tavares Bezerra

Revisión de aplicaciones del Internet de las Cosas en Sistemas Fotovoltaicos 543
Edgar Vicente Vivanco-Herrera, Tannia Cecilia Mayorga-Jácome, María Carmen Colmenarez-Mujica, María Fernanda Cardoso-Machado

La evolución de las aulas híbridas a partir de la Pandemia Covid-19 554
Flavio Hiram López-Ramírez, Hilda Beatriz Ramírez Moreno, Margarita Ramírez Ramírez

Desarrollo de "Machay": Un Videojuego de Misiones Espaciales en Unity con Metodología Arcade 564
Luis Aguas, Renato Toasa, Maryory Urdaneta, David Martinez Lizbeth Suárez

Análisis contrastado de la Formación Académicaen el Campo Profesional: Caso Instituto SuperiorUniversitario Vida Nueva 578
Verónica Castro, Diego Pucuji, Maribel Puchaicela y Landerson Morales

Cuadros de mando para identificar el nivel de autoridad e influencia de las principales cuentas de noticias en la ciudad de Cuenca en Ecuador utilizando X en el ámbito de la seguridad 594
Tracy Cárdenas-Arichábala, Diego Quisi-Peralta, Paul Guzhñay-Lema, Joseph Reinoso-Villa, Luis Paguay-Palaguachi , Diana Arce-Cuesta

Propuesta metodológica para implementación de Inteligencia de Negocios como apoyo a la toma de decisiones en Pyme de México 608
Francisco Ledezma-Ibarra, Nora Osuna-Millan, Josue-Miguel Flores-Parra, Ricardo Rosales

Análise de Feeds de Inteligência de Ataques DDoS sob a Ótica da Qualidade da Informação 622
Edvan Gomes da Silva, Alexander Andre de Souza Vieira, Luiz Augusto dos Santos Pires, Robson de Oliveira Albuquerque, Rafael Rabelo Nunes

Técnicas de Aprendizado de Máquina Interpretáveis na Predição de Evasão Escolar: uma revisão 636
Rodrigo Costa Camargos, Ismar Frango Silveira

Implicaciones del uso de Internet en Educación
Superior: Plagio Académico en Estudiantes Universitarios 647
Lucy Andrade-Vargas, Diana Rivera-Rogel, Juan Carlos Torres-Díaz and Ana María Beltrán-Flandoli

Conscientização Em Segurança Cibernética:
Estudo Baseado na Percepção de Trabalhadores
de uma Organização Pública Federal Brasileira 661
Daniela Almeida, Carlos André de Melo Alves, Fabiana Freitas Mendes, Rafael Rabelo Nunes

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/07/2023
Aceitação/Acceptance: 26/10/2023

Yuyachiy - Aplicación Móvil para la Atención de Emergencias: Un Estudio de Caso en la Municipalidad Distrital de Chicama, Perú

Elizabeth Angulo-Pizan[1], Javier Tello-León[1], Javier Gamboa-Cruzado[1,2], Yesenia Vásquez-Valencia[1], Jorge Salas-Ruiz[1]

aangulopi1095@ucvvirtual.edu.pe; jtellol@ucvvirtual.edu.pe; jgamboa65@hotmail.com; yvasquez@ucv.edu.pe; jsalas@ucv.edu.pe

[1] Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú

[2] Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Pages: 1-16

Resumen: El distrito de Chicama afrontaba un desafío: su sistema de Atención de Alertas de Emergencias no ofrecía respuesta eficaz a los ciudadanos. Para superar este obstáculo, se ejecutó una investigación, desplegando la metodología Mobile-D, que estratégicamente modeló un camino de cinco etapas: exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas del sistema. Este enfoque se destinó a optimizar la respuesta a las alertas de emergencia, culminando en una aplicación móvil. Este esfuerzo, como el ensamblaje de un rompecabezas complejo, llevó a la construcción de un prototipo y un análisis de resultados. Los indicadores y variables fueron estudiados, revelando soluciones e incidentes importantes en la realidad problemática. La revisión de estudios y referencias ayudó a interpretar y comparar los resultados obtenidos con proyectos relacionados. Los resultados finales fueron significativos: el volumen de alertas recibidas creció un 93.3%, el tiempo de respuesta se redujo al 100%, y las alertas falsas bajaron un 93.3%. Así, el distrito de Chicama pudo superar un desafío, demostrando que la innovación y la eficacia pueden ir de la mano en la gestión pública.

Palabras-clave: Aplicación Móvil; Mobile- D; Atenciones de emergencias; Seguridad Ciudadana; Atención de alertas.

Yuyachiy - Mobile Application for Emergency Attention: A Case Study in the District Municipality of Chicama, Peru

Abstract: The Chicama district was facing a challenge: its Emergency Alert Attention system did not provide an effective response to its citizens. To overcome this hurdle, research was conducted, deploying the Mobile-D methodology, which strategically modeled a five-stage path: exploration, initialization, production, stabilization, and system testing. This approach was aimed at optimizing the response to emergency alerts, culminating in a mobile application. This effort, like the assembly of a complex puzzle, led to the construction of a prototype and an analysis of results. Indicators and variables were studied, revealing significant

solutions and incidents in the problematic reality. The review of studies and references helped interpret and compare the results obtained with related projects. The results were significant: the volume of alerts received grew by 93.3%, response time was reduced to 100%, and false alerts dropped by 93.3%. Thus, the district of Chicama was able to overcome a challenge, demonstrating that innovation and efficiency can go hand in hand in public management.

Keywords: Mobile Application; Mobile-D; Emergency Attention; Citizen Security; Alert Attention.

1. Introducción

Un desafío crónico que aflige a la sociedad es la inseguridad ciudadana. Este problema inquietante y persistente, promueve la proliferación de delitos como robos, asaltos y violaciones de diversas índoles. Este fenómeno representa un obstáculo considerable para las autoridades de la Unidad de Serenazgo y Seguridad Ciudadana de la Municipalidad Distrital de Chicama, cuya capacidad de respuesta está limitada por su dependencia de una sola línea telefónica fija, causando demoras en la atención de emergencias. En respuesta, se han emprendido proyectos destinados a mitigar esta dificultad. Como señala el autor Jasso López (2020), la regulación jurídica y la planificación gubernamental en el ámbito de la seguridad ciudadana varían considerablemente de un país a otro, asimismo, en muchas regiones de América Latina, se observa un desequilibrio en este aspecto. Como indica Cruz-Cortes (2020), las aplicaciones móviles brindan a los usuarios un amplio espectro de posibilidades y un fácil acceso a la información. En línea con esta idea, Medina Carbó, Alonso Vázquez y Rodríguez García (2020) sostienen que una aplicación móvil puede ser empleada efectivamente por personas de diversas edades para promover la conciencia ambiental en dispositivos Android. Adicionalmente, Domínguez, Sánchez y Carballeda (2020) señalan que dicha tecnología puede ser utilizada por personas con ciertas discapacidades físicas, dependiendo de la aplicación o interfaz específica.

En su estudio, Baig (2020) advierte que es importante controlar el tiempo que los jóvenes dedican a las aplicaciones móviles. A pesar de su potencial para mejorar el aprendizaje, un uso excesivo puede conducir al aislamiento social. Los autores Narváez Carrión, Larrea Astudillo y Cruz Báez (2021) comprobaron que una aplicación móvil puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de inglés, al facilitar el aprendizaje con un enfoque lúdico. Los países de América Central desempeñan un papel crucial en la promoción de la seguridad ciudadana, poniendo énfasis en políticas e inversiones públicas, tal como sostienen Santos, Amador y Menjívar (2020). Los investigadores Cortés Velazquez, Castillo Quiroz y Cruz Luna (2021) desarrollaron una aplicación móvil orientada a fomentar el interés y aprendizaje de los jóvenes, destacando la importancia de una interfaz amigable y fácil de usar. Por otro lado, Llerena-Izquierdo y Merino-Laz (2021) corroboraron que una aplicación móvil destinada a mujeres embarazadas puede resultar extremadamente beneficiosa, al proporcionar información precisa y oportuna capaz de prevenir problemas de salud.

Los autores Ruiz Rivera, Torres Dávila y Ruiz Lizama (2021) sostienen que una aplicación móvil que proporciona información en tiempo real puede optimizar los procesos para los que fue creada, algo que concuerda con los resultados obtenidos en nuestra investigación. El desafío que representa para las instituciones mantenerse al

día con la tecnología, especialmente en el desarrollo de herramientas para dispositivos móviles, es un aspecto destacado (Amarante, 2021). En esa línea Rhiannon, y otros (2021), argumentan que una aplicación móvil puede ser útil para recopilar información de usuarios que se encuentran aislados por problemas de salud. Se ha encontrado que el uso de dispositivos móviles en las zonas rurales de Perú ha aumentado exponencialmente con el tiempo, respaldando la factibilidad de crear una aplicación móvil para mejorar los procesos seleccionados (Franciskovic & Miralles, 2021).

Según Zavala Salazar y Delgado Espinoza (2020), el uso de dispositivos móviles se ha vuelto esencial en la vida cotidiana, especialmente para los usuarios jóvenes que pasan gran parte de su día navegando por diversas aplicaciones. La Municipalidad Distrital de Chicama podría beneficiarse de un sistema eficaz y rápido de recepción de alertas de emergencia a través de la Unidad de Seguridad Ciudadana y Serenazgo.

2. Background Teórico

En el estudio conducido por Ruiz Rivera, Torres Davila, y Ruiz Lizama (2021), se destaca la importancia de Firebase, una herramienta de Google, cuya principal función es facilitar la creación de aplicaciones y proporcionar almacenamiento en la nube a través de una base de datos NoSQL. En una línea similar, Camacho y Hidalgo Lascano (2021) enfatizan la capacidad de Firebase de almacenar datos en formato JSON, lo que permite su accesibilidad desde cualquier dispositivo.

Por otro lado, Macias-Lara, Sayago-Heredia, y Rentería-Macias (2021) describen cómo la API de Google Maps actúa como una herramienta que permite geolocalizar puntos específicos, encontrar lugares de interés, calcular rutas y proporcionar una vista a pie. Esta funcionalidad facilita la integración con aplicaciones móviles para proporcionar un mapa en tiempo real.

En lo que respecta a los entornos de desarrollo, Maya-Gress, Villafuerte-Segura, y Romero-Trejo (2021), quienes explican que Android Studio ofrece un potente editor de códigos y herramientas para desarrolladores. En términos de diseño web, Payés y Chávez Socarrás (2021) mencionan que CSS 3, las hojas de estilo en cascada, son esenciales para controlar la apariencia y presentación de documentos electrónicos definidos con HTML.

3. Método de Investigación

En esta sección, se describe detalladamente el método de investigación utilizado para llevar a cabo el presente estudio. El objetivo de esta investigación es proporcionar una comprensión profunda y rigurosa del tema de estudio, asegurando la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

3.1. Metodología Mobile-D

En el desarrollo de aplicaciones móviles, la metodología Mobile-D ha demostrado ser una estrategia efectiva para guiar los procesos desde la conceptualización hasta la implementación. Según Ogosi et al. (2023), Mobile-D facilita un enfoque iterativo y ágil que es especialmente beneficioso en entornos donde los requisitos pueden cambiar rápidamente o no están bien definidos desde el principio.



Figura 1 – Ciclo de vida de Mobile-D

3.2. Método de Investigación aplicado

Este apartado proporciona detalles sobre el diseño de la investigación, las técnicas de recopilación de datos, el proceso de análisis de datos y los parámetros que se han considerado para evaluar los resultados. El objetivo es proporcionar suficiente detalle para que el lector comprenda cómo se ha realizado el estudio y cómo se han obtenido los resultados presentados. Asimismo, esta descripción detallada permitirá a otros investigadores replicar el estudio si así lo desean.

A. Operacionalización de variable dependiente.

La operacionalización se refiere a la definición clara y precisa de la variable dependiente en términos medibles y observables. Esto implica transformar un concepto abstracto en indicadores específicos que puedan ser cuantificados y analizados. (Ver Tabla 1)

Tabla 1 – Operacionalización de la variable dependiente

Indicador	Indice	Unidad de Medida	Unidad de Observación
Cantidad de alertas recibidas	Observación directa	Porcentaje por día	Revisión Manual
Tiempo de respuesta al ciudadano	Observación directa	Minutos	Revisión Manual
Cantidad de alertas falsas	Observación directa	Ficha de observación	Revisión Manual

B. Diseño de Investigación

Esta investigación es de tipo aplicada y posee un diseño experimental puro.

RGe X O1

RGc -- O2

La información recopilada del grupo experimental (Ge), cuyos elementos se seleccionan aleatoriamente (R), está determinada por el número representativo de transacciones en la recepción de alertas y por aquellos que utilizan la Aplicación Móvil (X). Además, se obtienen datos del grupo de control (Gc), a quienes no se les aplicará el mismo estímulo (--).

C. Universo y Muestra

El universo está compuesto por todos los procesos de Atención de Emergencias, y su cantidad no es determinable, por lo que se establece que N=Indeterminado. Para la muestra, se consideraron los procesos de Atención de Emergencias en la Municipalidad Distrital de Chicama, Perú, con un tamaño de muestra n=30. El tipo de muestreo utilizado es aleatorio.

D. Procedimiento de Recolección de Datos

Dentro del contexto de la investigación, se estableció un protocolo riguroso para la recolección de datos que permitiera evaluar de manera efectiva los indicadores propuestos.

Como Instrumento de Recolección se diseñó una ficha de observación para este estudio, para registrar de manera organizada y sistemática la información relacionada con los indicadores: Cantidad de alertas recibidas, Tiempo de respuesta al ciudadano y Cantidad de alertas falsas. La herramienta permitió capturar los datos, proporcionando una visión integral de la eficiencia y efectividad de la aplicación móvil en el contexto de emergencias en Chicama.

Como Técnicas Empleadas se consideró a la Observación Indirecta, la cual permitió monitorear y registrar las interacciones de los usuarios con la aplicación móvil y las respuestas del sistema ante situaciones de emergencia. A través de esta observación, se pudo determinar el tiempo real de respuesta al ciudadano y detectar posibles alertas falsas. Asimismo, se consideró la Consulta a una Base de Datos específica de la Municipalidad Distrital de Chicama, la cual contenía registros históricos y estadísticas relacionadas con la atención de emergencias. Esta consulta proporcionó información detallada sobre la cantidad de alertas recibidas, permitiendo discernir entre alertas legítimas y falsas, y ofreció datos adicionales que complementaron la información obtenida a través de la observación.

La integración de la ficha de observación con las técnicas de recolección mencionadas garantizó una adquisición de datos exhaustiva y precisa, sentando las bases para un análisis robusto y conclusiones bien fundamentadas en el estudio.

E. Declaración de las Hipótesis

Se plantearon las siguientes hipotesis:

H1: Si se utiliza la aplicación Móvil, aumenta cantidad de alertas recibidas.

H2: Si se utiliza aplicación Móvil, disminuye el tiempo de respuesta al ciudadano.

H3: Si se utiliza la aplicación Móvil, reduce la cantidad de alertas falsas.

Con el propósito de contrastar la hipótesis, se ha planteado la siguiente solución para los indicadores previamente mencionados:

$\mu 1$ = Media Poblacional (H2, H3) para la PosPrueba del Gc.

$\mu 2$ = Media Poblacional (H2, H3) para la PosPrueba del Ge.

Donde:

H0: $\mu 1 \leq \mu 2$ y Ha: $\mu 1 > \mu 2$

Además:

$\mu 1$ = Media Poblacional (H1) para la PosPrueba del Gc

$\mu 2$ = Media Poblacional (H1) para la PosPrueba del Ge

Donde:

H0: $\mu 1 \geq \mu 2$ y Ha: $\mu 1 < \mu 2$

En última instancia, se llevó a cabo la prueba de normalidad de los datos, así como el análisis descriptivo (Figura 8 y Figura 9) y la validación de las hipótesis mediante la prueba t de Student, utilizando el software especializado Minitab (consultar Tabla 7).

4. Estudio de Caso

En esta sección, se proporciona una aplicación práctica de los conceptos y teorías discutidos anteriormente, a través de un estudio de caso detallado. Este análisis ayudará a ilustrar los principios y las prácticas tratados, y proporcionará una visión más clara de cómo se pueden implementar en la realidad.

4.1. Exploración

La obtención de los requisitos se llevó a cabo mediante una serie de estrategias bien definidas que permitieron recopilar información vital para el desarrollo del proyecto. Se realizaron entrevistas estructuradas con los stakeholders clave, como representantes de la Municipalidad Distrital de Chicama, equipos de respuesta a emergencias y, crucialmente, miembros de la comunidad. Además, se efectuaron encuestas y talleres participativos con los ciudadanos, quienes proporcionaron valiosos insights sobre sus necesidades y expectativas respecto a una aplicación móvil destinada a la atención de emergencias.

Asimismo, se promovió una colaboración activa con los organismos de emergencia locales y se revisaron documentos oficiales y registros históricos de emergencias en la municipalidad, lo que permitió identificar tanto los requisitos funcionales como los no funcionales del sistema propuesto. Esta metodología inclusiva y participativa no solo enriqueció la recopilación de requisitos, sino que también fomentó una mayor identificación y compromiso de la comunidad con el proyecto. (Ver Tabla 2 y Tabla 3).

ID	Requisito
RF1	Aplicación móvil debe tener un login para el acceso de los usuarios.
RF2	Dashboard web debe tener un login para acceder al sistema.
RF3	La aplicación móvil debe ser de interfaz amigable e intuitiva.
RF4	Dashboard debe permitir la descarga de reportes en formato Excel y PDF.
RF5	Se podrá visualizar la ubicación GPS en el momento que el usuario mande la alerta.
RF6	Se podrá enviar una descripción personalizada y una foto tomada por el usuario.
RF7	Dashboard podrá agregar usuarios al sistema de alertas.

Tabla 2 – Requisitos Funcionales (RF)

ID	Requisito No Funcional
RNF1	Seguridad
RNF2	Mantenibilidad
RNF3	Usabilidad

Tabla 3 – Requisitos No Funcionales (RNF)

Herramientas de desarrollo de Software: Android Studio 2021.2.1, Visual Studio Code 1.68.1, Javascript, HTML, CSS y Firebase.

4.2. Inicialización

En esta fase se establecen las bases del proyecto, se configura el entorno de desarrollo y es donde se realiza la transición de la comprensión de los requisitos a la preparación práctica para el desarrollo del software. (Ver Figura 2 y Figura 3)

Arquitectura de Software:

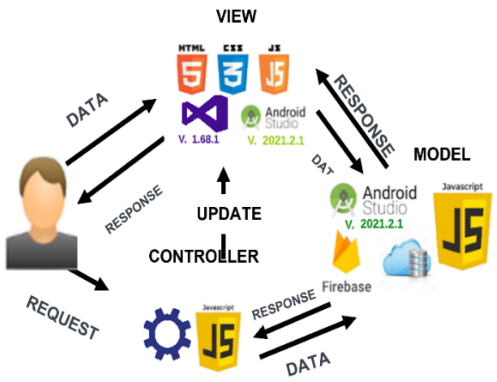


Figura 2 – Arquitectura del software

Modelo-Vista-Controlador es una arquitectura que busca tener mucho más orden en el código del software e independizar el trabajo de cada parte de dicha arquitectura si necesidad que una sepa que hace la otra, la Vista solicita los datos al Controlador, que es el que maneja los métodos para manipular los datos que contiene el Modelo, quien a su vez comunica los resultados de vuelta al Controlador, que luego actualiza la Vista nuevamente para mostrar el resultado que el usuario esperaba.

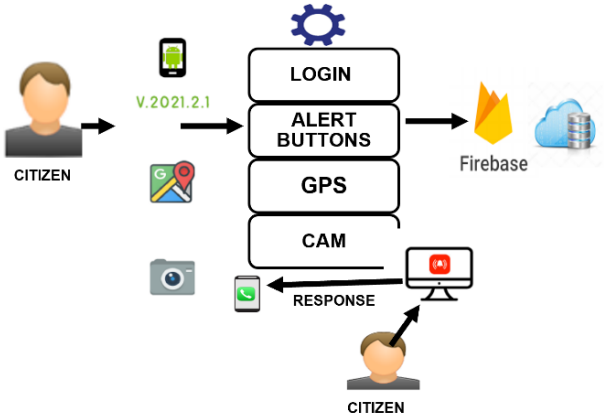


Figura 3 – Arquitectura de la solución

4.3. Producción

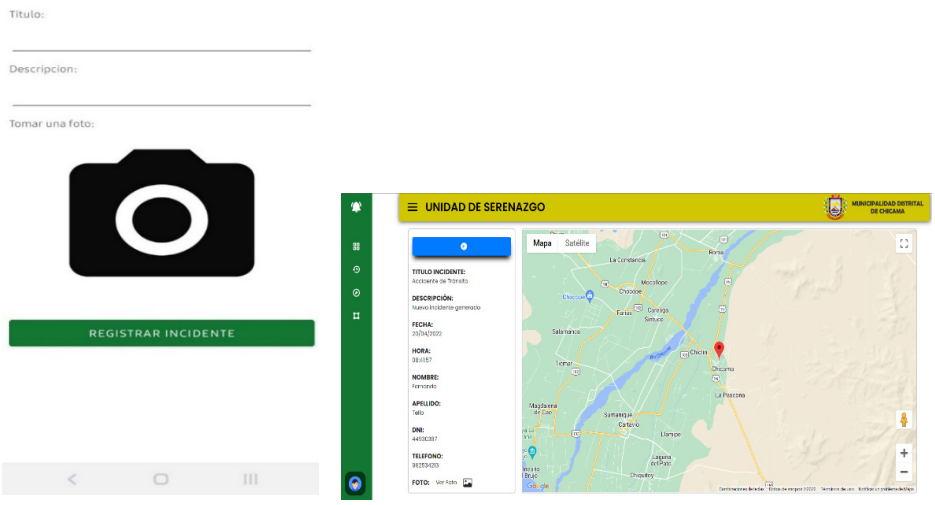


Figura 4 – Vista de alerta personalizada y Descripción de Alertas

La fase de Producción es el núcleo del proceso de desarrollo de software en la metodología Mobile-D. En esta etapa, el equipo se enfoca en desarrollar el software de manera iterativa e incremental, construyendo y entregando funcionalidades de valor al usuario final en cada iteración (Ver Figura 4).

Formulario de Alerta Personalizada: El usuario puede mandar una alerta personalizada en donde se incluya un título de la emergencia, una descripción y una foto del lugar de la emergencia.

4.4. Estabilización

La fase de Estabilización es el momento donde se finalizan los preparativos para el lanzamiento del software. En esta fase, el foco se pone en corregir cualquier defecto restante, optimizar el rendimiento y asegurar que el software sea lo más estable y confiable posible antes de su lanzamiento al usuario (Ver Figura 5 y Figura 6).

A. Codificación HTML

```
339        <!-- --------- INICIO LISTA ALERTAS -------------- -->
340        <div class="alerts">
341            <ul class="alerts__list" id="alerts__list"></ul>
342        </div>
343        <ul class="leyenda-alertas d-none" id="leyenda-alertas">
344            <li class="leyenda-alertas__item leyenda-alertas__violencia">
345                Violencia Familiar
346            </li>
347            <li class="leyenda-alertas__item leyenda-alertas__asalto">
348                Asalto o Robo
349            </li>
350            <li class="leyenda-alertas__item leyenda-alertas__transito">
351                Accidente de Tránsito
352            </li>
353            <li class="leyenda-alertas__item leyenda-alertas__otra-alerta">
354                Otra alerta
355            </li>
356        </ul>
357
358        <!-- --------- FIN LISTA ALERTAS -------------- -->
359
```

Figura 5 – Maquetado de lista de alertas entrantes

B. Codificación en Android Studio

```
public IncidenteImpl(Context context, FirebaseAuth mAuth, DatabaseReference mDatabase) {
    this.context = context;
    this.mAuth = mAuth;
    this.mDatabase = mDatabase;
}

@Override
public void registrarIncidente(Incidente incidente) {
    mDatabase.child("incidentes")
            .child(incidente.getUid())
            .setValue(incidente);
}

@Override
public List<Incidente> listarIncidentes() { return null; }

@Override
public void notificarIncidente() {

}
```

Figura 6 – Clase Incidentes

5. Resultados y Discusiones

5.1. Resultados Experimentales

Los resultados de este estudio demuestran claramente que la Cantidad de alertas recibidas, el Tiempo de respuesta al ciudadano y la Cantidad de alertas falsas han mejorado. Se lograron 30 resultados por cada indicador, según se muestra en la Tabla 4.

N°	I1: Cantidad de alertas recibidas (Cantidad)		I2: Tiempo de respuesta al ciudadano (min)		I3: Cantidad de alertas falsas (Cantidad)	
	PosPrueba Gc	PosPrueba Ge	PosPrueba Gc	PosPrueba Ge	PosPrueba Gc	PosPrueba Ge
1	1	2	10	5	1	0
2	1	3	20	4	0	0
3	2	2	15	2	1	1
4	1	4	18	3	1	0
5	1	3	13	5	1	0
6	1	3	11	2	1	0
7	1	2	16	1	0	0
8	1	4	20	3	1	1
9	2	3	14	4	1	0
10	3	2	15	2	2	0
11	2	2	13	3	1	0
12	2	4	13	1	0	0
13	1	2	15	2	1	0
14	2	3	19	2	1	0
15	1	4	13	3	1	0
16	1	2	16	3	1	0
17	2	3	15	4	1	0
18	2	2	10	2	0	0
19	1	1	14	3	0	0
20	3	2	13	3	1	0
21	2	4	18	4	2	0
22	2	3	15	2	1	0
23	1	2	15	1	1	0
24	4	4	13	3	2	0
25	2	3	14	4	0	0
26	1	2	20	3	1	0
27	1	1	14	2	0	0
28	1	2	14	4	0	0
29	2	3	15	3	1	0
30	1	2	13	5	1	0

Tabla 4 – Resultados para los indicadores I1, I2 e I3

5.2. Prueba de Normalidad

La aplicación de la prueba de normalidad permite determinar si los datos se adhieren a una distribución normal. Esta evaluación es crucial dado que numerosos procedimientos estadísticos se basan en la premisa de normalidad para generar resultados válidos. Además, la comparación de los datos con una Función de Distribución Acumulada Empírica (ECDF) puede proporcionar una visualización útil y una confirmación adicional de la normalidad o no normalidad de nuestros datos (Ver Figura 7 y Figura 8).

Para el I1: Cantidad de alertas recibidas.

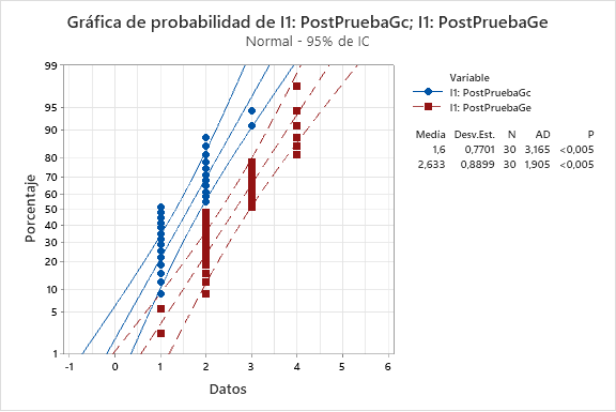


Figura 7 – Prueba de normalidad para el I1

Para el I2: Tiempo de respuesta al ciudadano.

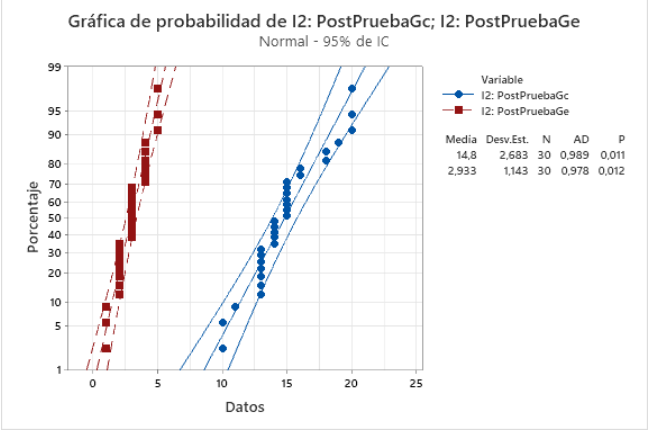


Figura 8 – Prueba de normalidad para el I2

Para los dos indicadores (I1, I2), el análisis arroja un valor de p que es menor al nivel de significancia predefinido (α = 0.05). los datos no cumplen con la suposición de una distribución normal. Ante este hallazgo, optaremos por emplear el test no paramétrico U de Mann-Whitney para comprobar la hipótesis.

5.3. Discusión de Resultados

En esta sección, realizamos un análisis descriptivo e inferencial de los resultados obtenidos en el estudio. La finalidad es poner en contexto y explicar el significado y las implicaciones de nuestros hallazgos, considerando las hipótesis originales.

A. Con Estadística Descriptiva

Una primera inspección descriptiva de los datos revela inequívocamente una serie de tendencias. (Ver la Tabla 5 y la Tabla 6 para más detalles).

Indicador	n	Mean	STDev	AD	p-valor
I1: PosPrueba del Gc	30	1.600	0.7701	3.16	0.005
I1: PosPrueba del Ge		2.63	0.889	1.91	0.005
I2: PosPrueba del Gc	30	14.80	2.683	0.99	0.011
I2: PosPrueba del Ge		2.93	1.142	0.98	0.012
I3: PosPrueba del Gc	30	0.833	0.592	3.67	0.005
I3: PosPrueba del Ge		0.0667	0.2537	10.47	0.005

Tabla 5 – Resultados con estadística descriptiva

Siguiendo los resultados de la prueba de normalidad de Anderson-Darling, los p-value resultan ser inferiores a α (0.05), confirmando así la no adhesión de los datos a una distribución normal para su análisis. Mediante la consideración de un nivel de confianza del 95%, se ha constatado que la desviación estándar no corresponde a una distribución normal de los datos.

Indicador	n	Intervalos de Confianza del 95% para la Media	Kurtosis	Asimetría	Q3
I1: PosPrueba del Ge	30	2.301 2.956	-0.8064	0.1961	3.0
I2: PosPrueba del Ge	30	2.506 3.360	-0.5886	0.1382	4.0
I3: PosPrueba del Ge	30	-0.028 0.1614	12.20	3.660	0.0

Tabla 6 – Resumen de resultados para los indicadores

En resumen, la revisión de cada indicador presentado en la tabla 7 demuestra que aproximadamente el 95% de los valores se sitúan dentro de dos desviaciones estándar de la media. La kurtosis revela la existencia de valores con una distribución leptocúrtica, sugiriendo picos bajos. La asimetría indica una distribución sesgada hacia valores inferiores. Además, el tercer cuartil (Q3) demuestra que el 75% de los valores no supera dicho umbral.

Para el indicador I1: Los investigadores Zarate Landa, Cruz Navarrete, Pacheco Farfán, y Rosado Castellanos (2021) demostraron en su estudio sobre el Sistema de Vigilancia Vecinal que el uso de una aplicación mejora significativamente la comunicación entre vecinos y permite denunciar delitos de manera más eficiente. Por otro lado, Romero-Rodríguez, Aznar-Díaz, Hinojo-Lucena, y Gómez-García (2020) confirmaron en su estudio que el uso de dispositivos móviles se ha extendido más allá de las llamadas telefónicas, cubriendo una amplia gama de actividades, desde el aprendizaje en diversas áreas hasta aplicaciones de seguridad. Esto evidencia que los teléfonos móviles se han integrado profundamente en nuestras vidas.

Para el I2: Castagnola Sánchez (2020) destaca en su estudio sobre inseguridad ciudadana que los ciudadanos anhelan una respuesta rápida cuando se encuentran en una situación de emergencia. Por otro lado, Guerrero Aray, Balseca Macías, y Guerrero Aray (2021) evidencian en su estudio que América Latina es una de las regiones con más inseguridad del planeta. Enfrentándose a esta realidad, los ciudadanos buscan respuestas rápidas y confiables ante cualquier situación de delincuencia o riesgo. En una vertiente distinta, Paniagua L, Bedoya R, y Mera (2020) examinaron el nivel de usabilidad y accesibilidad de personas con habilidades diferentes a las diferentes aplicaciones móviles. Concluyeron que no todas las aplicaciones ofrecen facilidades para el manejo de las herramientas, aunque cada vez se ven más aplicaciones móviles de fácil uso para todo tipo de personas.

Para el indicador I3: Los autores Neubauer, Daum, y Cruz (2021) respaldan en su investigación la importancia de que las alertas sean verídicas y, en la medida de lo posible, confirmables. Desarrollaron una aplicación móvil destinada a localizar a personas con demencia que se han perdido, un esfuerzo que involucra a la policía, la comunidad, los servicios sociales, los servicios de búsqueda y rescate, entre otros. Esta aplicación ha demostrado ser efectiva. Kumar, Jain, y Bajwa (2021) también coinciden con nuestra investigación en cuanto a la importancia de los datos precisos para el uso de una aplicación móvil. Tal precisión es esencial para construir una base de datos fidedigna que refleje hechos reales y personas que interactúan con nuestra aplicación. Finalmente, Aliannejadi, Crestani, y Huibers (2021) concuerdan con nuestra investigación en cuanto a la importancia de la información precisa y oportuna, particularmente considerando las variaciones demográficas y el tipo de aplicación móvil. En su estudio, demuestran que las personas buscan constantemente información en sus dispositivos móviles, por lo que es crucial que esta información sea precisa y no falsa o errónea.

B. Con Estadística Inferencial: Prueba de Hipótesis

En la Tabla 7 se presentan los resultados de las pruebas estadísticas utilizadas para contrastar las hipótesis propuestas.

Sample	n	Ho	w-value	P.value
I1: Postest (Gc)	30	μ1 ≥ μ2	640.66	50.000
I1: Postest (Ge)				
I2: Postest (Gc)	30	μ1 ≤ μ2	1365	0.000
I2: Postest (Ge)				
I3: Postest (Gc)	30	μ1 ≤ μ2	1218	0.000
I3: Postest (Ge)				
I4: Postest (Gc)	30	μ1 ≥ μ2	1129	0.001
I4: Postest (Ge)				

Tabla 7 – Contrastación de Hipótesis para los indicadores

Todos los valores p resultantes son inferiores a α (0.05), lo cual valida los resultados de la prueba de normalidad de los datos analizados y permite rechazar las hipótesis nulas, es decir las pruebas resultaron ser significativas. Finalmente, estos resultados avalan una gestión más eficiente de las alertas de emergencia mediante la utilización del aplicativo móvil, lo que optimiza el proceso y mejora la satisfacción del ciudadano, tal como se indica en las investigaciones citadas.

6. Conclusiones y Futuras Investigaciones

Se ha corroborado que la implementación de una aplicación móvil, desarrollada a través de la metodología Mobile-D, ha mejorado de forma notable el proceso de atención a emergencias en la Municipalidad Distrital de Chicama, Perú. El empleo de dicha aplicación, guiada por la metodología Mobile-D, ha incrementado el volumen de alertas recibidas en la Unidad de Seguridad y Serenazgo de dicha municipalidad. El análisis de los resultados nos permite afirmar que el tiempo de respuesta al ciudadano en el proceso de atención de emergencias de la Unidad de Seguridad y Serenazgo se ha reducido. En consecuencia, el número de alertas atendidas ha crecido de forma significativa, gracias a la disponibilidad de datos del ciudadano como DNI, nombres completos, número de teléfono celular, tipo de alerta y ubicación GPS. Además, se observa una reducción sustancial en el número de falsas alarmas con el uso de la aplicación móvil implementada mediante la metodología Mobile-D en la Unidad de Seguridad y Serenazgo de la Municipalidad.

Finalmente, se ha verificado que la aplicación móvil, basada en la metodología Mobile-D, cumple con los requisitos previamente establecidos para la gestión de emergencias en el distrito de Chicama, lo que ha contribuido a la disminución de la Cantidad de alertas falsas.

Referencias

Jasso López, L. C. (2020). Seguridad ciudadana y tecnología: uso, planeación y regulación de la videovigilancia en Latinoamérica. Obtenido de http://portal.amelica.org/ameli/journal/48/481820001/

Aliannejadi, M., Crestani, F., & Huibers, T. (2021). The Impact of User Demographics and Task Types on Cross-App Mobile Search.

Al-Thani, D., Othman, A., & Mohannadi, A.-D. (2021). A learn app: Mobile augmented reality vocabulary learning application.

Amarante, E. (2021). O uso das affordances dos dispositivos móves para a oferta de notícias: uma análise dos aplicativos de jornais latino-americanos. Grupo de Diarios de America.

Baig, K. (2020). Analysis of the influence of smartphone use on the learning process. Revista Iberoamericana de la educación.

Camacho, F., & Hidalgo Lascano, P. (2021). Aplicación móvil en Android para la adquisición de Gas Licuado de Petróleo (GLP) doméstico.

Castagnola Sánchez, V. R. (2020). Impact of public policies on citizen security in a district of Lima. Journal of business and entrepreneurial studies.

Cortés Velazquez, F., Castillo Quiroz, G., & Cruz Luna, M. (2021). Diseño de una app como herramienta de apoyo para la enseñanza-aprendizaje del álgebra básica.

Cruz-Cortes, E. (2020). Las aplicaciones móviles, una herramienta para la salud pública. Mexican Journal of Medical Research ICSA.

Domínguez, P., Sánchez, S., & Carballeda, G. (2020). PARBATH: Aplicación móvil para localizar baños y estacionamientos. Revista de Iniciación Científica.

Franciskovic, J. M., & Miralles, F. (2021). The use of the mobile phone in the rural zones of Peru. Journal of Economics, Finance and Administrative Science.

Guerrero Aray, K. G., Balseca Macías, P. E., & Guerrero Aray, G. R. (2021). Estado Responsable y participación en la seguridad ciudadana en America latina. SAPIENTIAE: Revista de Ciencias Sociais, Humanas e Engenharias.

Kumar, H., Jain, M., & Bajwa, M. S. (2021). Online food delivery App Foodie. Journal of University of Shanghai for Science and Technology.

Llerena-Izquierdo, J., & Merino-Laz, M. (2021). Aplicación móvil de control nutricional para prevención de la anemia ferropénica en la mujer gestante. InGenio Journal.

Macias-Lara, R. A., Sayago-Heredia, J., & Rentería-Macias, H. J. (2021). Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps. Dominio de las Ciencias.

Maya-Gress, K. F., Villafuerte-Segura, R., & Romero-Trejo, H. (2021). Puesta en operación y modelado de un cuatrirotos: Matrice 100 de DJI. Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI.

Medina Carbó, Y., Alonso Vázquez, Á. C., & Rodríguez García, R. M. (2020). MAPAVERDE, herramienta educativa para dispositivos móviles sobre la metodología de Mapa Verde. RITI Journal.

Narváez Carrión, C. R., Larrea Astudillo, N. C., & Cruz Báez, E. C. (2021). Análisis empírico sobre el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de inglés con el uso de Voscreen. Revista educare.

Neubauer, N., Daum, C., & Cruz, A. M. (2021). Mobile alert app to engage community volunteers to help locate missing persons with dementia. PLOS ONE.

Ogosi Auqui, J., Guadalupe Mori, V., Usquiano Cárdenas, L., Campean Usquiano, D., & Cano Chuqui, J. (2023). Aplicación Móvil con Realidad Aumentada, utilizando la metodología Mobile-D, para el marketing relacional en el museo histórico del Mobiliario. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 13.

Paniagua L, A., Bedoya R, D., & Mera, C. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. TecnoLógicas.

Payés, L. E., & Chávez Socarrás, R. (2021). Sistema de gestión para las inversiones de Suelos del Ministerio de la Agricultura en Granma. RITI Journal.

Preciado-Ortiz, C. L. (2021). Calidad y uso de aplicaciones móviles para el servicio de transporte: influencia en la satisfacción. Mercados y Negocios.

Rhiannon, A., Calderon, M., Moone, D., Gaskell, K., Curisinche-Rojas, M., & López, S. (2021). Factibilidad de una aplicación móvil para el monitoreo de contactos de tuberculosis multidrogorresistente en Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica.

Romero-Rodríguez, J.-M., Aznar-Díaz3, I., Hinojo-Lucena, F.-J., & Gómez-García, G. (2020). Uso de los dispositivos móviles en educación superior: relación con el rendimiento. Revista Complutense de Educación. Revista complutense de educación.

Ruiz Rivera, M. E., Torres Davila, G., & Ruiz Lizama, E. (2021). Diseño y desarrollo de un aplicativo móvil educativo para optimizar la comunicación e interaccion entre los miembros de las instituciones educativas en tiemo real. Revista Industrial Data.

Santos, F., Amador, L., & Menjívar, J. S. (2020). Eficiencia del gasto público en seguridad ciudadana: un análisis para Centroamérica. Revista Economía y Administración.

Zarate Landa, H., Cruz Navarrete, L., Pacheco Farfán, I., & Rosado Castellanos, D. (2021). Sistema de vigilancia vecinal. Revista Tecnologica Digital.

Zavala Salazar, S. U., & Delgado Espinoza, E. G. (2020). Uso de los dispositivos móviles mediante aplicación en la educación superior. Revista Científica y Tecnológica InGenio revista de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/07/2023
Aceitação/Acceptance: 03/10/2023

Aplicación Web Basada en Redes Neuronales para el Control de Asistencias con Reconocimiento Facial: Un Estudio de Caso en una Institución Educativa de La Esperanza, Trujillo - Perú

Ritz G. Carrera-Ponce[1], Adrian J. Gonzales-Espinola[1], Segundo E. Cieza-Mostacero[1], Edward A. Vega-Gavidia[1], Elizabeth K. Bravo-Huivin[1]

rcarrerap@ucvvirtual.edu.pe; agonzaleses@ucvvirtual.edu.pe; scieza@ucv.edu.pe; evegag@ucvvirtual.edu.pe; ebravohui@ucvvirtual.edu.pe

[1] Grupo de Investigación Tendencia e Innovación en Ingeniería de Sistemas-Trujillo, Universidad César Vallejo, Trujillo, La Libertad 13001, Perú.

Pages: 17-30

Resumen: El estudio buscó mejorar el control de asistencias en una institución educativa mediante una aplicación web basada en redes neuronales. Bajo un enfoque de investigación aplicada con diseño experimental puro, se usó la observación directa para evaluar indicadores relacionados con el registro y generación de reportes de asistencia, considerando 30 registros seleccionados mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple. Se implementó la metodología XP, que incluye las fases de planificación, diseño, desarrollo y pruebas. El grupo experimental evidenció avances notorios comparado con el grupo de control: disminuyó en un 53.33% el tiempo promedio de registro de asistencias, un 60% en la generación de reportes, y el 80% superó la precisión media de la información. Adicionalmente, el 96.67% excedió la exactitud del grupo control. Se concluyó que para el desarrollo de los resultados se utilizó la prueba estadística U de Mann-Whitney y T de Student según el indicador correspondiente.

Palabras-clave: Plataforma en Línea, Monitoreo de Asistencia, Programación Extrema, Inteligencia Artificial, Detección Facial.

Web Application Based on Neural Networks for Attendance Control with Facial Recognition: A Case Study in an Educational Institution in La Esperanza, Trujillo - Peru

Abstract: The study sought to improve attendance control in an educational institution through a web application based on neural networks. Under an applied research approach with a pure experimental design, direct observation was used to evaluate indicators related to the registration and generation of attendance reports, considering 30 records selected through simple random probabilistic sampling. The XP methodology was implemented, which includes the planning, design, development and testing phases. The experimental group showed notable advances

compared to the control group: the average attendance registration time decreased by 53.33%, 60% in the generation of reports, and 80% exceeded the average precision of the information. Additionally, 96.67% exceeded the accuracy of the control group. It follows that the digital tool, backed by neural networks, has been essential to enhance the control of attendance in the institution. It was concluded that for the development of the results the Mann-Whitney U and Student's T statistical tests were used according to the corresponding indicator.

Keywords: Online Platform, Attendance Monitoring, Extreme Programming, Artificial Intelligence, Face Detection.

1. Introducción

La SARS-CoV-2 llevó a una crisis sin precedentes en todos los sectores, especialmente en la educación; en un intento por detener la propagación del virus cerraron las actividades de manera presencial a nivel mundial, lo cual abrió camino a modalidades de aprendizaje a distancia a través de una diversidad de formatos y plataformas digitales; sin embargo, en el transcurso del año 2021, ciertas instituciones optaron por retomar las clases presenciales o semipresencial, llevando un control de asistencias con el propósito de monitorear y evaluar a los estudiantes (ComexPerú, 2021).

Por consiguiente, el control de asistencias fue un procedimiento que se implementó en todas instituciones con el objetivo de garantizar un seguimiento adecuado y monitorear a la plana estudiantil, los cuales eran sometidos a este tipo de control para monitorear su avance académico, evaluando en base a los días de asistencia, las ausencias y los retrasos que presentaban al acudir a los centros educativos (Solano & Quispe, 2022).

Algunos centros públicos intentaron adoptar tecnologías de la información; sin embargo, debido a una infraestructura tecnológica inadecuada, estos esfuerzos no se dirigieron específicamente al control de asistencias, sino más bien a tareas académicas o administrativas. Esta falta de enfoque resultó en un proceso aún caótico, a pesar de los desafíos, varios establecimientos trataron de emplear otros recursos digitales, pero estos no garantizaban ni veracidad ni rapidez. En consecuencia, el seguimiento de asistencias no se realizaba de manera efectiva, llevando a la generación de reportes deficientes (Segura & Segura, 2021).

Por lo tanto, en la Institución Educativa Parroquial Santísimo Sacramento de La Esperanza - Perú, se enfrentaban problemas con el registro de asistencia de los estudiantes, se utilizaba una libreta de control que a veces los estudiantes olvidaban, lo que generaba falta de registro inmediato, los padres tenían que esperar mucho tiempo para obtener informes precisos de asistencia; además, no existía un formato estandarizado para el registro en cada nivel, lo que causaba desorden en la documentación, el personal auxiliar no podía controlar adecuadamente el ingreso de los estudiantes, lo que afectaba la precisión del registro realizado por los profesores.

Los problemas identificados dieron origen a la determinación de los siguientes indicadores correspondientes a cada uno de ellos:

Nº	Indicador	Rango	Formula
1	Tiempo promedio para el registro de asistencias (TPRA)	[45-50]	Tiempo final – Tiempo inicial / Total de registros
2	Tiempo promedio para generar reportes (TPGR)	[10-14]	Tiempo final – Tiempo inicial / Reportes generados
3	Nivel de la exactitud de la información (NEI)	[4-7]	Registros Legibles/ Total de Registros * 100
4	Tiempo promedio para la personalización de reportes (TPPR)	[25-30]	Tiempo final – Tiempo inicial / Reportes personalizados

Tabla 1 – Indicadores de la Variable Dependiente Control de Asistencias

De lo descrito anteriormente, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera el uso de una Aplicación Web Basada en Redes Neuronales influye en el Control de Asistencias con Reconocimiento Facial en la Institución Educativa Santísimo Sacramento de la Esperanza – Trujillo en el año 2023?, por lo cual se trazaron como objetivo general mejorar el control de asistencias en esta institución a través del uso de una aplicación web basada en redes neuronales, y como objetivos específicos: reducir el tiempo promedio para registrar las asistencias, disminuir el tiempo promedio para generar reportes de las asistencias, aumentar el nivel de la exactitud de la información y reducir el tiempo promedio para la personalización de reportes.

2. Antecedentes

Yañez (2019) determinó el impacto de una aplicación mediante reconocimiento facial en la verificación de entrada de estudiantes a los diferentes laboratorios de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas UNAC; como metodología usó el Proceso Unificado de Rational (RUP) con el modelo de entorno de desarrollo extendido Rational Rose, utilizando como lenguaje de programación PHP para desarrollar el sistema y MYSQL como gestor de base de datos, como principal resultado se tuvo que el sistema optimizó el control de asistencia, logro disminuir en 0.88 minutos el retraso del tiempo por estudiante, disminuyó en un 3% el nivel de acceso de los estudiantes, aumentó en un 23% el porcentaje de las asistencias de los estudiantes y finalizó concluyendo que haber aplicado una aplicación mediante el reconocimiento facial perfeccionó la verificación de entrada de los estudiantes a los diferentes laboratorios de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas UNAC.

También, Flores (2022) donde su objetivo principal fue minimizar los ingresos no autorizados y mejorar tanto la precisión como la eficiencia en el registro de asistencia durante los momentos de entrada y salida, para la implementación de esta aplicación, se aplicó la metodología ComonKads y para el desarrollo, se recurrió al uso de Python, bibliotecas de OpenCV, el algoritmo Viola-Jones y una base de datos SQLite. Este estudio, de naturaleza aplicada y diseño pre-experimental, trabajó con una muestra de 306 registros de asistencia, recopilados mediante el uso de una ficha de registro,

como resultado, se logró una aplicación robusta de asistencia basado en reconocimiento facial, que mostró una alta precisión, reduciendo los accesos no autorizados en un 24% e incrementando la precisión en un 11%, en conclusión, se determinó que la aplicación del algoritmo Viola-Jones fue sumamente provechosa, gracias a su alta precisión y bajo requerimiento de recursos computacionales para su implementación.

Abramonte *et al.* (2022) tuvieron como objetivo la implementación de una aplicación web de control de asistencia, dirigido al personal de la institución educativa "Manuel Odría Amoretti" - Chipillico, para mejorar el control de asistencia del personal y prevenir adulteraciones en el registro de asistencia, la investigación se llevó a cabo mediante encuestas y reportes, empleando una metodología de tipo aplicada y un diseño cuasiexperimental, para la implementación, utilizaron el lenguaje de programación Java con el framework Angular, configuraron la base de datos utilizando MySQL y realizaron las pruebas correspondientes para asegurar el correcto funcionamiento. Logrando reducir el producto de reportes en solo 5 minutos. Se concluyo donde con los resultados respaldaron la efectividad y relevancia del sistema implementado para el control de asistencia del personal.

3. Metodología de desarrollo

Para Bravo & Chamba (2022) la metodología XP, estaba dividido en cuatro etapas: planificación, diseño, desarrollo y pruebas; el cual se utilizó en la presente investigación.

3.1. Fase de Planificación

Durante este período, se delinean varios componentes esenciales del proyecto, para ello primero se definen los requisitos tanto funcionales como no funcionales de la aplicación web, resultando en entregables específicos para cada categoría (tabla 2). Una vez definidos estos requisitos, se elaboran las historias de usuario, que son cruciales para capturar las necesidades y expectativas de los actores involucrados. Paralelamente, se identifica y establece una metáfora para la aplicación, que actúa como una representación conceptual del sistema, facilitando una comprensión homogénea entre el equipo y los stakeholders.

Id	Requerimiento	Descripción
REQ-001	Gestionar Sesión	Permitir al usuario iniciar y cerrar sesión en el sistema
REQ-002	Gestionar Estudiantes	Permitir ingresar, modificar, eliminar y consultar los datos de los estudiantes.
REQ-003	Gestionar Matrícula de Estudiantes	Permitir la matrícula de estudiantes en el año escolar seleccionado.
REQ-004	Gestionar Docentes	Permitir ingresar, modificar, eliminar y consultar los datos de los docentes.
REQ-005	Gestionar Asistencias	Registrar los datos de las asistencias de los estudiantes utilizando reconocimiento facial
REQ-006	Gestionar Reportes	Permitir la visualización y exportación de reportes de asistencias de los estudiantes en formato Excel.

Id	Requerimiento	Descripción
REQ-007	Filtrado de Asistencias	Permitir el filtrado de los datos de asistencias de los estudiantes basado en criterios específicos (por rango de fechas y estado como “asistió”, “tardanza”, o “faltó”).
REQ-008	Gestionar Usuarios	Permitir la creación y gestión de usuarios, incluyendo la asignación y modificación de roles y permisos.
REQ-009	Gestionar Apertura Escolar	Permitir la creación de años escolares, grados y secciones.

Tabla 2 – Requerimientos Funcionales

3.2. Fase de Diseño

En el transcurso de esta etapa, se confeccionaron las tarjetas CRC, herramientas esenciales para la definición de responsabilidades y colaboraciones en el sistema. De manera paralela, se esbozó y refinó la arquitectura integral de la aplicación (figura 1), estableciendo una base sólida para el desarrollo subsiguiente.

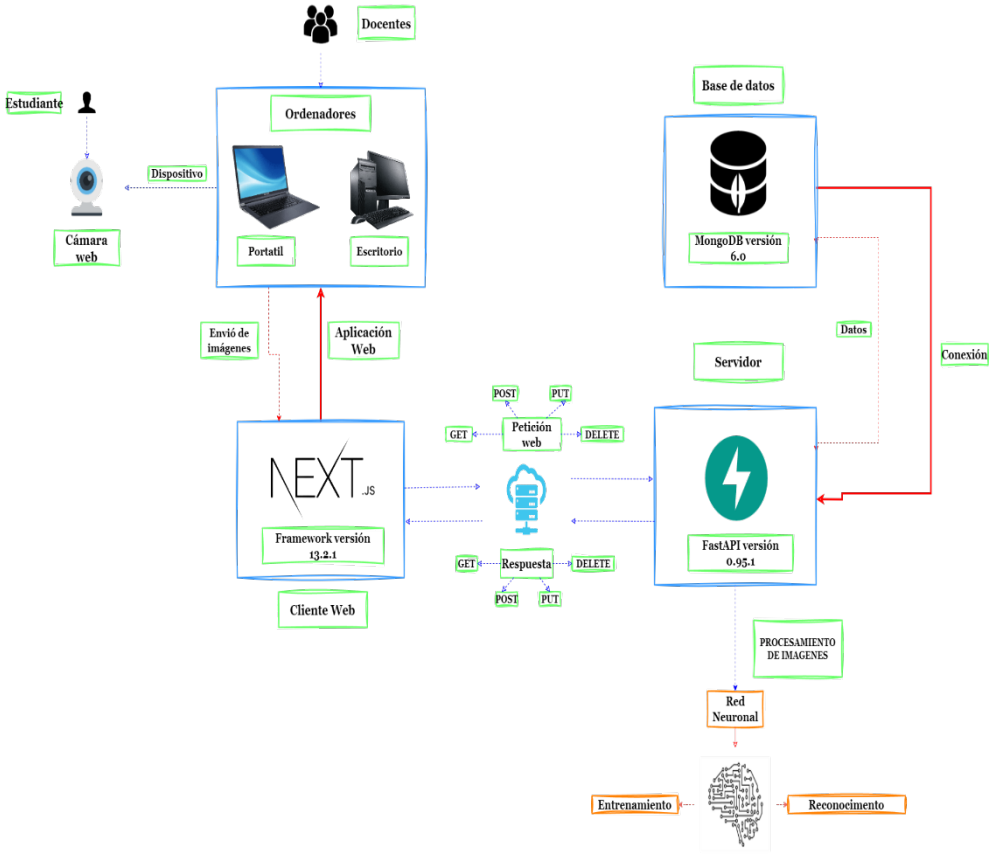


Figura 1 – Arquitectura de la Aplicación

La arquitectura del software, delineada en la figura 1, refleja una estructura cuidadosamente diseñada para una funcionalidad óptima. Central en esta disposición se hallaba la base de datos, implementada con MongoDB en su versión 6.0. Adyacente a esta, el servidor, desarrollado en FastAPI versión 0.95, no sólo gestionaba el código en Python, sino que también incorporaba un módulo especializado en el entrenamiento de redes neuronales, habilitando así la posterior funcionalidad de reconocimiento facial. Este servidor mantenía una comunicación fluida y dinámica con el cliente web, construido sobre el marco de NEXT.JS versión 13.2, fundamentado en React. Ambos intercambiaban información mediante peticiones GET, POST, PUT y DELETE. A nivel de usuario, el cliente web presentaba interfaces amigables, facilitando a los docentes el acceso a la aplicación desde dispositivos de escritorio o laptops. De forma complementaria, una cámara web, conectada a estos dispositivos, se encargaba de registrar los rostros de los estudiantes, transmitiendo estas imágenes primero al cliente web y, consecutivamente, al servidor para su análisis y reconocimiento.

3.3. Fase de Desarrollo

Durante esta fase, se confeccionó el modelado de la base de datos y se diseñó el diagrama de secuencia, fundamental para el flujo operativo del sistema. Además, se incorporaron diagramas de despliegue, componente y secuencia, coherentes con el enfoque metodológico adoptado. Con la estructura definida, se creó un prototipo inicial (figura 2), culminando con la codificación completa de la aplicación.



Figura 2 – Prototipo: Proceso de Asistencia

El prototipo ilustrado en la figura 2 fue diseñado para el registro de asistencia de estudiantes de nivel primaria mediante el reconocimiento facial; antes de la identificación en tiempo real, el sistema requería un proceso de entrenamiento en el cual cada alumno era registrado mediante una imagen que posteriormente era procesada por redes convolucionales en el servidor, afianzando así la precisión del reconocimiento. Al activar el sistema con el botón “Iniciar Asistencia”, el estudiante mostraba su rostro, y tras su identificación, su nombre se desplegaba en una de tres tonalidades: verde, si la identificación se realizaba entre las 06:50 y 07:20, indicando asistencia puntual; naranja, si se detectaba entre las 07:20 y 07:29, denotando tardanza y pasado las 07:30, el sistema se cerraba automáticamente, registrando como faltó a aquellos no identificados. Esta organización cromática garantizaba una lectura rápida y eficiente del estado de asistencia de cada alumno, lo que facilitó considerablemente el proceso de verificación diario.

```
async def trainingIA():
    train_data = tf.keras.preprocessing.image.ImageDataGenerator(
        preprocessing_function=preprocess_input,
        rotation_range=20,
        width_shift_range=0.2,
        height_shift_range=0.2,
        shear_range=0.2,
        zoom_range=0.2,
        horizontal_flip=True,
        fill_mode="nearest",
        validation_split=0.2
    )
    train_generator = train_data.flow_from_directory(
        train_path,
        target_size=(224, 224),
        batch_size=32,
        class_mode='categorical',
        subset='training')
    validation_generator = train_data.flow_from_directory(
        train_path,
        target_size=(224, 224),
        batch_size=32,
        class_mode='categorical',
        subset='validation')

    early_stopping = EarlyStopping(monitor='val_loss', patience=5, restore_best_weights=True)
    model_checkpoint = ModelCheckpoint('best_model.h5', monitor='val_loss', save_best_only=True)
    reduce_lr = ReduceLROnPlateau(monitor='val_loss', factor=0.2, patience=2, min_lr=0.00001)

    cnn.fit(train_generator, validation_data=validation_generator, epochs=20, callbacks=[early_stopping,
 model_checkpoint, reduce_lr])
    cnn.save("modelTraining.h5")


    class_indices = train_generator.class_indices


    with open("class_indices.json", "w") as f:
        json.dump(train_generator.class_indices, f)

    return {"message": "CNN training complete!", "class_indices": train_generator.class_indices}
```

Figura 3 – Función de Entrenamiento: Implementación de Red Neuronal Convolucional para Reconocimiento Facial.

Para materializar el proceso de reconocimiento facial de los estudiantes, se recurrió a configuraciones detalladas orientadas al entrenamiento de imágenes mediante redes

neuronales convolucionales. Primero, se definió una ruta al directorio que alberga los datos de entrenamiento, identificando así las diferentes clases a partir del conteo de carpetas. Se adoptó la arquitectura MobileNetV2, una popular red neuronal convolucional, que se complementó con capas adicionales personalizadas, optimizando así la precisión del reconocimiento. Si bien las capas base del modelo se congelaron para preservar su estructura preentrenada, las últimas 20 capas quedaron a disposición para adaptarse a nuestro entrenamiento específico. Utilizando un optimizador Adam, se preparó el modelo para su fase de aprendizaje. En el segmento descrito en la figura 3, la función training IA, cobra relevancia al instaurar un generador de imágenes que aplica variaciones, como rotaciones y desplazamientos, con el fin de robustecer el modelo frente a variaciones reales. Al definir conjuntos de entrenamiento y validación, se implementaron estrategias como la detención temprana para evitar el sobre entrenamiento y la modificación adaptativa de la tasa de aprendizaje. Al culminar el entrenamiento, se almacenó tanto el modelo como un diccionario de etiquetas e índices en formato JSON, garantizando así una referencia rápida para futuras identificaciones.

3.4. Fase de Pruebas

Durante la fase de pruebas, el enfoque principal fue garantizar el funcionamiento impecable de la aplicación; para lograr esto, se implementaron pruebas unitarias y funcionales. En las pruebas unitarias, se utilizó el framework JUnit para examinar meticulosamente los métodos POST, PUT, GET y DELETE, asegurándose de que la transferencia de datos, tanto enviados como recibidos, fuera precisa. Estas pruebas garantizaron la integridad de la información relacionada con la asistencia de los estudiantes.

Por su parte, las pruebas funcionales se realizaron a través de Firegub, centrándose en evaluar la correcta interacción del sistema en funciones específicas, como la toma de asistencia de estudiantes con la ayuda de la IA. Este riguroso proceso de evaluación permitió confirmar que la aplicación cumplía satisfactoriamente con los estándares y expectativas previamente definidos.

4. Resultados

4.1. Análisis descriptivo

Se presentan los resultados de la posprueba para el Grupo de Control (GC) y el Grupo Experimental (GE), cada uno conformado por 30 estudiantes del 6°B y 6°A de primaria respectivamente. Ambos grupos fueron sometidos a un proceso de muestreo para evaluar los indicadores relacionados con el control de asistencias mediante la aplicación web basada en redes neuronales. Estos datos recolectados representan la población estudiantil de la institución educativa. Para más detalles sobre los valores obtenidos en la posprueba, visite el enlace: https://n9.cl/x7og4f. Estos resultados proporcionan una visión detallada de las mejoras observadas en ambos grupos tras la implementación de la aplicación web.

	Posprueba del GC	**Posprueba del GE**		
Promedio	1.081	0.921		
Meta planteada		1		
N menor al promedio		16	21	27
% menor al promedio		53.33	70.00	90.00

Tabla 3 – Posprueba para el indicador tiempo promedio para el registro de asistencias (TPRA).

Se pudo determinar que el 53.33% del tiempo promedio para el registro de asistencia del GE fueron menores que su promedio en la posprueba; además, el 70% fueron menores a la meta planteada por los investigadores; finalmente, se determinó que el 90% de los participantes fueron menores al promedio de la posprueba del GC.

	Posprueba del GC	**Posprueba del GE**		
Promedio	1.328	0.260		
Meta planteada		0.333		
N menor al promedio		18	27	30
% menor al promedio		60.00	90.00	100.00

Tabla 4 – Posprueba para el indicador tiempo promedio para generar reportes (TPGR).

Se pudo determinar que el 60% del TPGR en la posprueba del GE fueron menores que su promedio; además, el 90% fueron menores a la meta planteada por los investigadores; finalmente, se determinó que el 100% fueron menores al promedio de la posprueba del GC.

	Posprueba del GC	**Posprueba del GE**		
Promedio	95.39	99.21		
Meta planteada		99		
N menor al promedio		24	24	29
% menor al promedio		80	80	96.67

Tabla 5 – Posprueba para el indicador nivel de la exactitud de la información (NEI).

Se pudo determinar que el 80% del NEI en la posprueba del GE fueron mayores que su promedio; además, el 80% fueron mayores a la meta planteada por los investigadores; finalmente, se determinó que el 96.67% fueron mayores al promedio de la posprueba del GC.

	Posprueba del GC	Posprueba del GE		
Promedio	0.205	0.119		
Meta planteada		0.167		
N menor al promedio		18	28	30
% menor al promedio		60.00	93.33	100.00

Tabla 6 – Posprueba para el indicador tiempo promedio para la personalización de reportes (TPPR).

Se pudo determinar que el 60% del TPPR en la posprueba del GE fueron menores que su promedio; además, el 93.33% fueron menores a la meta planteada por los investigadores; finalmente, se determinó que el 100% fueron menores al promedio de la posprueba del GC.

4.2. Análisis inferencial

Para el análisis inferencial se realizó en 2 partes: la prueba de normalidad y la contrastación de la hipótesis; para ello, se plantearon los siguientes criterios de decisión de la posprueba del Grupo de Control (GC) y del Grupo Experimental (GE): H0: Los datos se distribuyen de manera normal ($p < \propto$) y H1: Los datos no se distribuyen de manera normal ($p \geq \propto$); además, 2 criterios de decisión: 1) Si $p < 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) y 2) Si $p \geq 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H1) y se rechaza la hipótesis alterna (H0).

En la tabla 7 se presentan los resultados de las pruebas de normalidad realizadas para cada indicador, tanto en el Grupo de Control como en el Grupo Experimental. Se observó que en el indicador tiempo promedio para el registro de asistencias (1), los valores en ambos grupos fueron mayores a 0.05, por lo que siguen una distribución normal, utilizando la prueba paramétrica t de Student, y en los demás indicadores: tiempo promedio para generar reportes (2), nivel de la exactitud de la información (3), tiempo promedio para la personalización de reportes (4), al menos un grupo no sigue una distribución normal., optando por aplicar la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney.

N°	Indicador	Prueba	p (GC)	p (GE)
1	Tiempo promedio para el registro de asistencias	Shapiro-Wilk	0.339	0.428
2	Tiempo promedio para generar reportes	Shapiro-Wilk	0.092	0.006
3	Nivel de la exactitud de la información	Shapiro-Wilk	0.003	< .001
4	Tiempo promedio para la personalización de reportes	Shapiro-Wilk	< .001	0.031

Tabla 7 – Prueba de normalidad según indicador.

En la tabla 8 se presentan los resultados de las pruebas de hipótesis, donde todos los valores fueron menores a 0.001. Estos resultados proporcionan suficiente evidencia estadística, concluyendo que el uso de la aplicación web está asociado con beneficios significativos en el proceso de control de asistencias: se observa una disminución del tiempo promedio para el registro de asistencias (1), una disminución del tiempo promedio

para generar reportes (2), un aumento en el nivel de exactitud de la información (3) y una reducción en el tiempo promedio para la personalización de reportes (4). Estos hallazgos respaldan la eficacia de la aplicación web en la mejora del control de asistencias en la institución educativa.

Nº	Indicador	Prueba	Estadístico	p
1	Tiempo promedio para el registro de asistencias	T de Student	4.64	< .001
2	Tiempo promedio para generar reportes	U de Mann-Whitney	0	< .001
3	Nivel de la exactitud de la información	U de Mann-Whitney	203	< .001
4	Tiempo promedio para la personalización de reportes	U de Mann-Whitney	38.5	< .001

Tabla 8 – Estadístico U de Mann-Whitney y T de Student según indicador.

5. Discusión

En relación con el objetivo general, el cual busca mejorar el control de asistencias en la institución educativa Santísimo Sacramento de la Esperanza – Trujillo a través del uso de una aplicación web basada en redes neuronales en el año 2023, se determina que, si mejora significativamente el control de asistencias en la institución. El presente resultado guarda similitud con la investigación realizada por Gavilánez (2022) el cual ayuda a demostrar que al usar una aplicación web con reconocimiento facial ayuda a establecer con claridad los nuevos procesos que se originan al implementar las características de reconocimiento facial.

El primer objetivo específico, busca reducir el tiempo promedio para registrar las asistencias; en el análisis descriptivo, se tiene como resultado que el 53.33% en la posprueba del GE es menor a su promedio, el 70% es menor a la meta planteada, y el 90% es menor al promedio de la posprueba del GC; El presente resultado guarda similitud con la investigación realizada por Yañez (2019) el cual ayuda a demostrar que el tiempo promedio de registro de asistencia disminuye, indicando que se reduce en 0,88 minutos, el promedio regular es de 2,40 minutos por estudiante, pero con la aplicación de reconocimiento facial se reduce a 1,52 minutos.

El segundo objetivo específico, busca disminuir el tiempo promedio para generar reportes de las asistencias; en el análisis descriptivo, se tiene como resultado que el 60% en la posprueba del GE es menor a su promedio, el 90% es menor a la meta planteada, y el 100% es menor al promedio de la posprueba del GC; El presente resultado guarda similitud con la investigación realizada por Abramonte *et al.* (2022) el cual ayuda a demostrar que el tiempo promedio para generar reportes de las asistencias disminuye, indicando que la emisión de reportes de manera manual toma actualmente 120 minutos, pero con la implementación de la aplicación, se reduce a solo 5 minutos, con el objetivo de obtener informes automáticos que brinden información sobre las incidencias relacionadas con la asistencia.

El tercer objetivo específico, busca aumentar el nivel de la exactitud de la información; en el análisis descriptivo, se tiene como resultado que el 80% en la posprueba del GE

es mayor a su promedio, el 80% es mayor a la meta planteada , y el 96.67% es mayor al promedio de la posprueba del GC; El presente resultado guarda similitud con la investigación realizada por Aquijes & Ampuero (2021) el cual ayuda a demostrar que el nivel de la exactitud de la información aumenta, indicando que la implementación ha mejorado la exactitud en un 18%, inicialmente, se situaba en un 79%, pero después de la implementación del sistema, se ha alcanzado un impresionante 97% de exactitud.

El cuarto objetivo específico, busca reducir el tiempo promedio para la personalización de reportes; en el análisis descriptivo, se tiene como resultado que el 60% en la posprueba del GE es menor a su promedio, el 93.33% es menor a la meta planteada, y el 100% es menor al promedio de la posprueba del GC; El presente resultado guarda similitud con la investigación realizada por Espinoza (2023) el cual ayuda a demostrar que el tiempo promedio para personalizar reportes disminuye, indicando que se puede observar que la media de las muestras en ambos grupos fue de 01:23 y 0:26 segundos, respectivamente, esto indica una mejora de 00:57 segundos después de la implementación de la aplicación.

6. Conclusión

Se determinó que existe disminución en el tiempo promedio para registrar las asistencias, el tiempo promedio para generar reportes de las asistencias, el tiempo promedio para la personalización de reportes, y aumentó el nivel de la exactitud de la información, con el uso de una aplicación web, por lo tanto, se mejoró el control de asistencias en la institución educativa Santísimo Sacramento de la Esperanza – Trujillo a través del uso de una aplicación web basada en redes neuronales en el año 2023.

Se redujo el tiempo promedio para registrar las asistencias, demostrando que existe una mejora al usar la aplicación web, al presentar una media de 1.081 minutos en la posprueba del GC, en comparación de 0.921 minutos para la posprueba del GE, como se observa existe una diferencia entre las medias de 0.16 minutos, evidenciando con la prueba estadística T de Student donde se obtuvo un valor Z = 4.64 con una probabilidad estadística, donde el valor p fue $< .001$ siendo esta menor al nivel e significancia y aceptando la hipótesis alterna.

Se disminuyó el tiempo promedio para generar reportes de las asistencias, demostrando que existe una mejora al usar la aplicación web, al presentar una media de 1.328 minutos en la posprueba del GC, en comparación de 0.260 minutos para la posprueba del GE, como se observa existe una diferencia entre las medias de 1.068 minutos, evidenciando con la prueba estadística U de Mann-Whitney donde se obtuvo un valor Z = 0 con una probabilidad estadística, donde el valor p fue $< .001$ siendo esta menor al nivel e significancia y aceptando la hipótesis alterna.

Se aumentó el nivel de la exactitud de la información, demostrando que existe una mejora al usar la aplicación web, al presentar una media de 95.39% en la posprueba del GC, en comparación de 99.21% para la posprueba del GE, como se observa existe una diferencia entre las medias de 3.82%, evidenciando con la prueba estadística U de Mann-Whitney donde se obtuvo un valor Z = 203 con una probabilidad estadística, donde el valor p fue $< .001$ siendo esta menor al nivel e significancia y aceptando la hipótesis alterna.

Se redujo el tiempo promedio para la personalización de reportes, demostrando que existe una mejora al usar la aplicación web, al presentar una media de 0.205 minutos en la posprueba del GC, en comparación de 0.119 minutos para la posprueba del GE, como se observa existe una diferencia entre las medias de 0.086 minutos, evidenciando con la prueba estadística U de Mann-Whitney donde se obtuvo un valor Z = 38.5 con una probabilidad estadística, donde el valor p fue < .001 siendo esta menor al nivel e significancia y aceptando la hipótesis alterna.

Referencias

Abramonte, M. Á., Olaya, V. E., & Zeta, J. D. (2022). Implementación de un sistema web de control de asistencia (Sisca v1.0) para el personal de la Institución Educativa "Manuel Odría Amoretti" – Chipillico. Universidad Nacional de Piura. http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3981

Aquijes, R. D., & Ampuero, L. (2021). Implementación de un sistema de reconocimiento facial para el control de acceso del personal en la empresa GUIMARTBOT S.A.C. En Repositorio Institucional—UCV; Universidad César Vallejo. Universidad César Vallejo.

Armijos, S. M., & Chamba, W. (2022). Desarrollo de una aplicación informática para la búsqueda de oferta de alquiler de inmuebles en la ciudad de Loja. Cedamaz, 12(1), 68-76. https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i1.1267

Durán, D. N. (2019). Sistema informático para el control de materia prima, producción y distribución de balanceados, aplicando la metodología extreme programming; en la empresa Proinba del cantón Cevallos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos.

Espinoza, J. R. (2023). Biometría facial en la mejora del proceso de autenticación del usuario en una notaría pública, Lima 2022. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115757

Flores, N. D. (2022). Reconocimiento facial para la gestión de control de acceso de la empresa Spirella. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112875

Gavilánez, R. F. (2022). Sistema automatizado para la gestión de asistencia y control de temperatura con reconocimiento facial de los empleados de la empresa eléctrica Ambato EEASA. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos]. https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34845

La Brecha Digital Impacta En La Educación, 230,000 Estudiantes Abandonaron El Colegio El Año Pasado. (S. F.). ComexPerú - Sociedad de Comercio Exterior Del Perú. Recuperado 10 de junio de 2023, de https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/la-brecha-digital-impacta-en-la-educacion-230000-estudiantes-abandonaron-el-colegio-el-ano-pasado

Segura, V. T. V., & Segura, E. A. V. (2021). Sistema informático para el control de asistencia—Registro académico en un ambiente web. Revista Científica Ciencia y Tecnología, 21(31), Article 31. https://doi.org/10.47189/rcct.v21i31.463

Solano, J. R., & Quispe, R. (2022). Plataforma digital y el control de asistencia del personal que labora en la Universidad Tecnológica de los Andes de Abancay 2021. https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/461

Yañez, M. L. (2019). Sistema de reconocimiento facial para el control de acceso de estudiantes a los laboratorios de la FIIS-UNAC, 2019. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44310

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 11/07/2023
Aceitação/Acceptance: 02/10/2023

Business Intelligence para el Proceso de Ventas: Un Estudio de Caso en una Empresa

Carlos J. Asto-Blanco[1], Jhainer E. Rojas-Paredes[1], Segundo E. Cieza-Mostacero[1], Victor F. Luque-Sánchez[1]

castobl6@ucvvirtual.edu.pe; jrojaspar@ucvvirtual.edu.pe; scieza@ucv.edu.pe; vluque@ucv.edu.pe

[1] Grupo de Investigación Tendencia e Innovación en Ingeniería de Sistemas-Trujillo, Universidad César Vallejo, Trujillo, La Libertad 13001, Perú.

Pages: 31-43

Resumen: Este estudio presenta el desarrollo de una solución de Business Intelligence para mejorar el proceso de ventas en la empresa Inversiones La Pequeñita del Porvenir, Trujillo, en 2023, puesto que, en la empresa existía una carencia de un sistema dedicado al análisis de ventas. El estudio aplicó un diseño experimental puro con una muestra aleatoria de 30 procesos de ventas, presentando en sus indicadores una reducción de 56 minutos con 6 segundos en el tiempo de elaboración de reportes, un 84.6% en el tiempo de búsqueda de información y un 80.65% en el costo de elaboración de reportes, para posteriormente contrastarlo con la prueba U de Mann-Whitney concluyendo en que, la solución de BI mejora el proceso de ventas en Inversiones La Pequeñita del Porvenir, Trujillo.

Palabras-clave: Inteligencia de negocios, datamart, bi

Business Intelligence for the Sales Process: A Case Study in a Company

Abstract: This study presents the development of a Business Intelligence solution to improve the sales process in the company Inversiones La Pequeñita del Porvenir, Trujillo, in 2023, since, in the company, there was a lack of a system dedicated to sales analysis. The study applied a pure experimental design with a random sample of 30 sales processes, presenting in its indicators a reduction of 56 minutes and 6 seconds in the time to prepare reports, 84.6% in information search time and 80.65 % in the cost of preparing reports, to later contrast it with the Mann-Whitney U test, concluding that the BI solution improves the sales process at Inversiones La Pequeñita del Porvenir, Trujillo.

Keywords: Business intelligence, Datamart, BI

1. Introducción

La pandemia de COVID-19 ha impactado los mercados laborales y ha acelerado la digitalización, lo que ha obligado a las empresas a adaptarse y adoptar nuevas

tecnologías para mantener su operatividad, sin embargo, esto ha generado desafíos como la formación de habilidades digitales y la inclusión digital necesitando así la implementación de herramientas como aplicaciones móviles, inteligencia de negocios y automatización de procesos para abordar estos desafíos (Weller, 2020).

La digitalización empresarial ha generado gran cantidad de información, para aprovechar al máximo estos datos, las empresas pueden utilizar la inteligencia de negocios en línea con sus objetivos empresariales, garantizando así el éxito deseado (Huerta et al., 2020).

Es así que la Inteligencia de Negocios se emplea a nivel empresarial por su función de procesar datos y generar información relevante que ayude a tomar decisiones informadas y estratégicas mejorando competitividad en el entorno empresarial (Villacreses y Vite, 2021).

Es importante destacar que la información recopilada es crucial para la toma de decisiones, puesto que permite analizar e identificar la opción más adecuada, este proceso implica considerar múltiples alternativas y evaluar las implicaciones de cada una, con el objetivo de seleccionar la mejor opción disponible en términos de corrección y éxito (García, 2021).

La Pequeñita Inversiones, fundada a finales del primer trimestre de 2013, se inició como una empresa dedicada al armado de calzado, sin embargo, su fundador optó por diversificar el negocio después de algunos años, incorporando la venta de insumos y productos para calzado para atraer a una mayor cantidad de clientes. Esta decisión resultó exitosa, puesto que la empresa experimentó un crecimiento significativo en el mercado y se estableció como un proveedor confiable y de calidad en el sector del calzado.

Aunque La Pequeñita Inversiones tiene un sistema de ventas, carece de un sistema dedicado al análisis de la comercialización de sus productos, este análisis sería beneficioso para identificar los productos o categorías con mayor aceptación y visualizar la demanda de productos a la fecha. La falta de esta herramienta puede llevar a perder oportunidades de negocio y tomar decisiones desinformadas.

Como objetivo general a tratar en esta investigación, se tuvo: Mejorar el proceso de ventas a través de una Solución de BI en la empresa Inversiones La Pequeñita del Porvenir – Trujillo en el año 2023. Asimismo, los objetivos específicos de la investigación fueron: disminuir el tiempo promedio de elaboración de reportes, reducir el tiempo promedio de búsqueda de información y disminuir el costo de elaboración de reportes. Ante ello, los objetivos anteriormente planteados permiten manifestar la siguiente hipótesis general: Si se usa una Solución de BI, entonces mejora significativamente el proceso de ventas de Inversiones La Pequeñita del Porvenir - Trujillo, 2023; y las siguientes hipótesis específicas: Disminuye el tiempo de la elaboración, se reduce el tiempo de búsqueda de información y disminuye el costo de elaboración de reportes.

2. Antecedentes

Con relación a diferentes investigaciones anteriores, se mantiene a Chicaiza (2022) quien como objetivo principal desarrolló una propuesta de BI para el departamento encargado de las ventas de la compañía “AMNUFARVET”, utilizando la metodología de

Ralph Kimball, logró crear un panel de información que presenta los datos de ventas de manera ágil y amigable. Los resultados demostraron que una solución tecnológica de BI es una herramienta eficaz que contribuye a la competitividad en el mercado y facilita la toma de decisiones acertadas en un negocio.

Por otro lado, Vásquez (2023) obtuvo como resultados una reducción en los tiempos de obtener informes en 99.19% y una disminución en búsqueda de información en 97.2% luego de implementar un BI. Se tiene también Cholán y Terán (2022) quienes luego de implementar la Inteligencia de negocios con la metodología de Kimball: lograron reducir en 99.37% la generación de reportes, el costo de elaboración de reportes en 79.82% y la búsqueda de información se redujo en 95.36%. Otro resultado fue el de Santiago (2019), quien afirmó que el manejo competente de una solución de BI apoya a aumentar una visión estratégica, disminuyendo el peligro de costo y aminorando la problemática en la prioritaria toma correcta de elecciones o decisiones.

3. Marco Teórico

3.1. Business Intelligence.

BI es un enfoque de toma de decisiones basado en la integración y análisis de información empresarial, los datos son un activo valioso, por lo que el BI es esencial en diversas empresas, además proporciona una visión completa y precisa de la información, lo que permite a las empresas avanzar y tomar decisiones informadas con eficiencia (Romero et al. 2021). Business Intelligence (BI) integra, analiza y presenta información empresarial para respaldar la toma de decisiones, puesto que los datos son activos valiosos y el BI es crucial en empresas, pues permite soluciones para desafíos comerciales, adaptaciones a cambios culturales y tecnológicos, obteniendo ventajas competitivas. (Singh et al., 2022).

3.2. Proceso de Ventas.

Stanton *et al.* (2007) indicaron que el proceso de ventas personales consta de etapas secuenciales en las que un vendedor interactúa con un cliente potencial, el objetivo de este proceso es influir en el cliente para que realice una acción específica y al finalizar, se realiza un seguimiento para garantizar su satisfacción. Para Mark y Greg (2009), la gestión de ventas es fundamental para el éxito de las organizaciones actuales, con el aumento de las pequeñas y medianas empresas en la economía, los gerentes de ventas deben adaptarse y responder con enfoques innovadores en el proceso de venta para mantenerse competitivos.

4. Indicadores

Para la investigación se consideraron tres (3) indicadores del proceso de ventas:

1. Tiempo de elaboración los reportes: Se refiere al tiempo promedio que toma la acción de elaborar los reportes administrativos (Quispe y Suncion, 2019).
2. Tiempo de búsqueda de información: Es el tiempo promedio que toma la acción de buscar información (Jibaja, 2022).

3. Costo de elaboración de reportes: Es la cuantificación del costo que demanda el tiempo de elaborar reportes multiplicado por el costo hora que percibe el trabajador (Salazar, 2022).

5. Metodología de Desarrollo

El método Kimball permite diseñar y construir Data Marts específicos según las necesidades de diferentes áreas de la organización, que posteriormente conformarán el modelo general del sistema. De esta manera, se puede llegar a crear un Data Warehouse (DWH) necesario para llevar a cabo las tareas requeridas (Forero y Sánchez, 2022). El modelo de datos multidimensionales de Ralph Kimball es útil en sistemas OLAP para el análisis y resumen de información. Almacena múltiples dimensiones de datos en un contexto central, con ventajas propias (Palanisamy et al., 2020). Dentro de las fases que comprende se tiene Planificación del proyecto, Definición de requerimientos, Diseño de la arquitectura técnica, Selección de productos e implementación, Modelado dimensional, Diseño físico, Diseño e implementación del ETL e implementación de la solución. A continuación, se detalla:

5.1. Planificación del proyecto

En esta fase se establecieron los objetivos y el alcance del trabajo, llevando a cabo una reunión con el equipo de investigación y los representantes de Inversiones La Pequeñita del Porvenir para comprender las necesidades y requisitos específicos del proceso de ventas.

5.2. Definición de requerimientos

Durante esta fase, se establecieron claramente los objetivos del sistema de BI y se definieron los indicadores clave de rendimiento que se utilizarían para medir el éxito de la solución, prestando especial atención a las necesidades específicas de informes y análisis de datos por parte de los diferentes roles dentro de la organización. Donde se llevó a cabo una reunión de trascendental importancia con la participación destacada del gerente general Pedro Paredes Valderrama, acontecimiento que tuvo lugar el 16 de marzo. El objetivo central de esta significativa convocatoria residía en efectuar un riguroso análisis y establecer una sólida relación entre los procedimientos minuciosos que rigen el proceso de ventas y las diversas dimensiones que enriquecen este fundamental aspecto dinámico del negocio. Al final de esta fase se creó un documento detallado que contenía todos los requisitos necesarios para el desarrollo del sistema de BI, el cual le sirvió al equipo de desarrollo como guía para la siguiente etapa del proyecto.

5.3. Diseño de la arquitectura técnica

Se decidió utilizar una base de datos centralizada para consolidar los datos de y asegurar la integridad de estos, además, se seleccionaron cuidadosamente las herramientas de software adecuadas para el almacenamiento, procesamiento y visualización de datos, teniendo en cuenta la compatibilidad con las tecnologías existentes en la empresa.

5.4. Selección de productos e implementación

Se evaluó cuidadosamente varias opciones disponibles en el mercado, teniendo en cuenta la compatibilidad con la arquitectura técnica definida en la fase anterior, los requisitos de la empresa y las capacidades para cubrir las necesidades específicas del proceso de ventas de Inversiones La Pequeñita del Porvenir; tras un proceso de análisis exhaustivo, se seleccionaron las herramientas y tecnologías más adecuadas para cada etapa del proceso de BI: desde la extracción, transformación y carga de datos (ETL), hasta el almacenamiento, procesamiento y visualización de la información.

5.5. Modelado dimensional

Primero, el equipo de desarrollo identificó las dimensiones clave relacionadas con el proceso de ventas, como clientes, productos, tiempo y personal (Figura 1); estas dimensiones proporcionaron el contexto necesario para entender los datos de manera significativa.

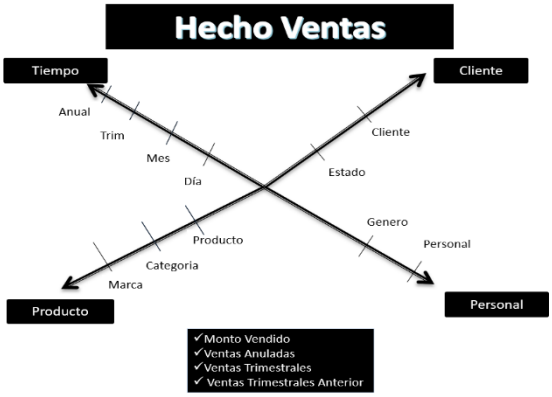


Figura 1 – Modelado dimensional

Una vez finalizado el modelado dimensional, se procedió a implementar el esquema dimensional en la base de datos según lo definido en la fase de Diseño de la arquitectura técnica.

5.6. Diseño físico

En esta fase clave del proyecto, el enfoque se centró en el diseño físico de la base de datos que albergaría el sistema de BI (Figura 2) de Inversiones La Pequeñita del Porvenir, donde el objetivo principal fue optimizar el rendimiento, la eficiencia y la capacidad de respuesta del sistema para una experiencia de usuario óptima.

Una vez que se completó el diseño físico de la base de datos, se procedió a implementar la estructura en el sistema de almacenamiento según lo definido en la fase de Arquitectura Técnica.

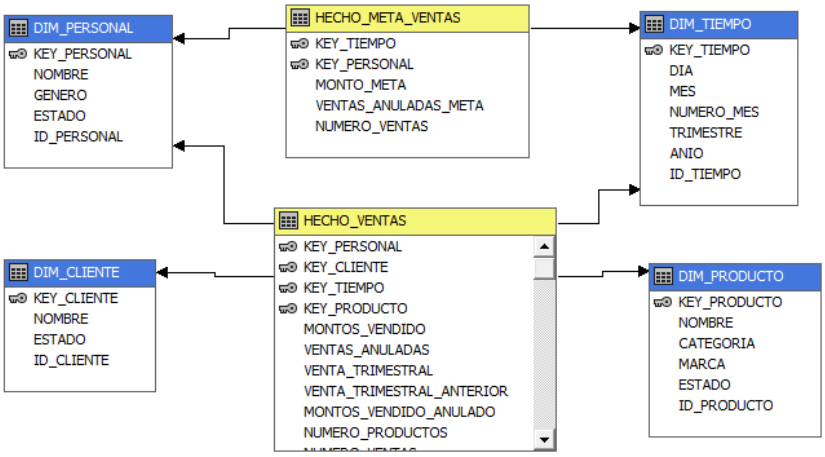


Figura 2 – Diseño físico

5.7. Diseño e implementación del ETL

Tras finalizar el diseño, se procedió a la creación e implementación del sistema ETL (Figura 3), donde se utilizó herramientas específicas para automatizar el proceso de extracción, transformación y carga de datos.

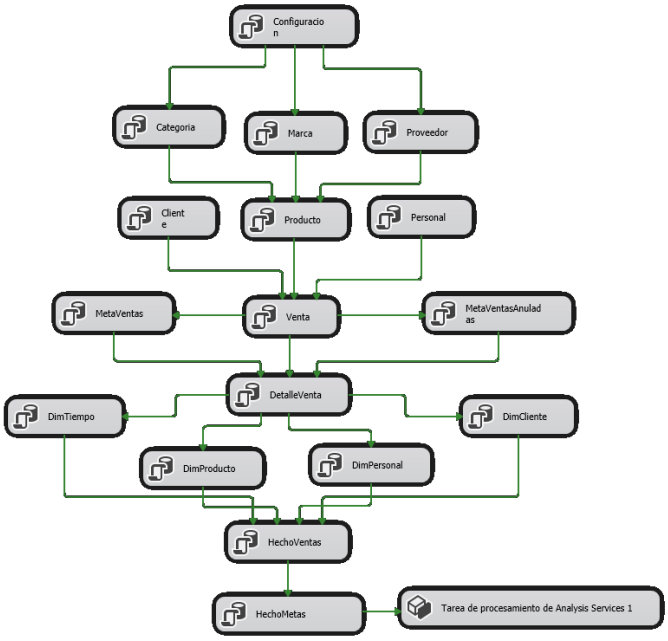


Figura 3 – Sistema ETL

Con la implementación exitosa del ETL, se logró proporcionar a Inversiones La Pequeñita del Porvenir un sistema de BI con datos actualizados y confiables, listos para ser utilizados en el análisis y la toma de decisiones estratégicas.

5.8. Implementación de la Solución

La implementación tuvo lugar el 23 de mayo bajo la dirección del Gerente General, Pedro Paredes Valderrama, que, durante esta fase, se ofreció capacitación a los usuarios junto con la entrega de un manual de usuario detallado para facilitar su utilización, además, se estableció un enfoque de soporte continuo para garantizar el correcto funcionamiento de la solución BI en "Inversiones La Pequeñita"; los usuarios pudieron aprovechar las capacidades de análisis y generación de informes para mejorar el proceso de ventas y la toma de decisiones estratégicas. La implementación de la solución proporcionó a la empresa una herramienta poderosa para obtener información relevante y oportuna sobre su proceso de ventas, lo que les permitió optimizar sus operaciones y obtener una ventaja competitiva en el mercado.

6. Metodología

6.1. Variables y operacionalización

N°	Indicador	Unidad de Medida	Fórmula
1	*Tiempo de elaboración de reportes*	Minutos/Venta	$TPERV = \frac{\sum_{i=1}^{n}(TERV_i)}{n}$
2	*Tiempo búsqueda de información*	Minutos/Venta	$TBI = \sum \frac{TB}{N}$
3	*Costo de elaboración de reportes*	Costo promedio	$CP = \sum \frac{TERV * CH}{N}$

Tabla 1 – Operacionalización de la variable dependiente

6.2. Procedimientos

Para esta investigación, se coordinó estrechamente con el equipo de gerencia general para recopilar información sobre los informes necesarios, donde se explicaron detalladamente los objetivos y beneficios de la investigación. Se utilizó Excel y se accedió a la base de datos de Inversiones La Pequeñita del Porvenir Trujillo, para la extracción, transformación y carga de la información relevante en una base de datos para visualizarla a través de cuadros de mando. Las fichas se obtuvieron mediante observación, la información recopilada se introdujo en un DataMart y se analizó exhaustivamente utilizando el software Power BI, para finalmente evaluar los datos obtenidos en relación con las hipótesis planteadas en el trabajo de investigación. La data que se utilizó para el análisis se encuentra en el siguiente enlace: https://acortar.link/G8yBMB

7. Resultados

7.1. Análisis descriptivo

Respecto al análisis descriptivo a continuación, se muestra los valores de la posprueba del grupo de control (GC) y del grupo experimental (GE) de los indicadores: Tiempo de elaboración de reportes (TER), Tiempo de búsqueda de información (TBI) y Costo de elaboración de reportes (CER) del proceso de ventas.

	Posprueba del GC	**Posprueba del GE**		
Promedio	1,158	0,223		
Meta Planteada		0,250		
N menor al promedio		16	22	30
% menor al promedio		53,33	73,33	100,00

Tabla 2 – Posprueba para el indicador tiempo de elaboración de reportes (TER)

Con respecto al indicador tiempo de elaboración de reportes, se obtuvo como resultado que el 53.33% es menor al promedio de la posprueba del GE, 73.33% menor a la meta planteada y el 100% es menor al promedio de la posprueba del GC.

	Posprueba del GC	**Posprueba del GE**		
Promedio	0,898	0,138		
Meta Planteada		0,170		
N menor al promedio		19	23	30
% menor al promedio		63.33	76.67	100.00

Tabla 3 – Posprueba para el indicador tiempo búsqueda de información (TBI)

Respecto al indicador tiempo de búsqueda de información, se obtuvo como resultado que el 63.33% es menor al promedio de la posprueba del GE, 76.67% menor a la meta planteada y el 100% es menor al promedio de la posprueba del GC.

	Posprueba del GC	**Posprueba del GE**		
Promedio	4,341	0,836		
Meta Planteada		1,000		
N menor al promedio		20	24	30
% menor al promedio		66,67	80,00	100,00

Tabla 4 – Posprueba para el indicador costo de elaboración de reportes (CER)

Con respecto al indicador costo de elaboración de reportes, se obtuvo como resultado que el 66.67% es menor al promedio de la posprueba del GE, 80.00% menor a la meta planteada y el 100% es menor al promedio de la posprueba del GC.

7.2. Análisis inferencial.

El análisis inferencial se realizaron en dos partes: la prueba de normalidad y la contrastación de la hipótesis; para ello, se plantearon los siguientes criterios de decisión de la posprueba del grupo de control y del grupo experimental: H0: Los datos se distribuyen de manera normal y Ha: Los datos no se distribuyen de manera normal; además, 2 criterios de decisión: 1) Si $p < 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna y 2) Si $p \geq 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

N. º	*Indicador*	p (GC)	p (GE)
1	*Tiempo de elaboración de reportes*	0.043	0.057
2	*Tiempo de búsqueda de información*	0.134	0.032
3	*Costo de elaboración de reportes*	0.048	0.039

Tabla 5 – Prueba de normalidad de Shapiro-Wik para cada indicador

De esta manera, se puede evidenciar en la tabla 5 que cada indicador en al menos uno de sus grupos los datos no siguen una distribución normal, por la tanto, en base estos resultados se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Además, se realizaron pruebas de hipótesis, donde se pudo concluir que el uso de una solución de BI disminuye el tiempo de elaboración de registros, el tiempo de búsqueda de información y el costo de elaboración de reportes.

N. º	Indicador	Estadístico	p
1	*Tiempo de elaboración de reportes*	0.00	< .001
2	*Tiempo de búsqueda de información*	0.00	< .001
3	*Costo de elaboración de reportes*	0.00	< .001

Tabla 6 – Estadístico de U de Mann-Whitney según indicador.

Por lo tanto, según los datos de la tabla 6, los valores de p son <0.001 y este es menor a 0.05, por lo tanto, los resultados proporcionan suficiente evidencia estadística para rechazar las hipótesis nulas (H0) y aceptar las hipótesis alternas (Ha).

8. Discusión

Con respecto al primer objetivo específico que buscó disminuir el tiempo de elaboración de reportes en el proceso de ventas en la empresa Inversiones La Pequeñita del Porvenir, se obtuvo como resultado que el 53.33% de los tiempos de elaboración de reportes en la posprueba del grupo experimental (GE) es menor a su promedio (16 tiempos), 73.33% de la posprueba del grupo experimental (GE) es menor a la meta planteada (22 tiempos) y el 100% es menor al promedio de la posprueba del grupo de control (GC); en el análisis inferencial, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad de los datos, para la contrastación de la hipótesis se aplicó la prueba estadística no paramétrica,

U de Mann-Whitney, concluyendo en que, el uso de una solución de BI disminuye el tiempo de la elaboración de reportes de la posprueba del grupo experimental (TERGE) con respecto a la muestra de la posprueba del grupo de control (TERGC). Los resultados obtenidos son similares a la investigación de Quispe y Suncion (2019), quienes utilizan el indicador tiempo de elaboración de reportes para demostrar que con el sistema implementado el tiempo de elaboración de reportes bajó en 58.5 minutos lo cual indica que se pudieron realizar los reportes con mayor facilidad, de la misma manera, Peralta (2021), coincide con la investigación, al trabajar con el indicador antes mencionado, evidenció una disminución en promedio de 70 minutos después de haber implementado la aplicación del Datamart, lo que con sus datos significó una mejora del 90.97% en el tiempo de elaboración de reportes.

Con respecto al segundo objetivo específico que buscó reducir el tiempo de búsqueda de información en el proceso de ventas en la empresa Inversiones La Pequeñita del Porvenir, se obtuvo como resultado que el 63.33% de los tiempos de búsqueda de información en la posprueba del grupo experimental (GE) es menor a su promedio (19 tiempos), 76.67% de la posprueba del grupo experimental (GE) es menor a la meta planteada (23 tiempos) y el 100% es menor al promedio de la posprueba del grupo de control (GC); en el análisis inferencial, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad de los datos, para la contrastación de la hipótesis se aplica la prueba estadística no paramétrica, U de Mann-Whitney, concluyendo en que, el uso de una solución de BI disminuye el tiempo de búsqueda de información de la posprueba del grupo experimental (TERGE) con respecto a la muestra de la posprueba del grupo de control (TERGC).

Este indicador guarda coincidencia con la propuesta realizada por Vásquez (2023), quien luego de desarrollar e implementar una solución de BI, mejoró en un 97.2% los tiempos de búsqueda de información, para lograrlo se realizaron 15 tomas diferentes realizadas en un período de 30 días; así mismo existen coincidencias con la propuesta desarrollada por los autores Cholán y Terán (2022) quienes realizaron un conjunto de 10 tomas, donde lograron obtener una reducción de 95.36% en los tiempos de búsqueda de información, donde el período de prueba posterior a la implementación correspondió a 24 días calendarios; así como también. Jibaja (2022), en cuanto al tiempo de búsqueda de información, describe que, este se calcula por medio de los tiempos de búsqueda de cada reporte dividido entre el número de reportes, permitiendo conocer el tiempo usado cuando se pretende realizar un análisis directo de la gestión sobre un proceso.

Con respecto al tercer objetivo específico que buscó disminuir el costo de elaboración de reportes en el proceso de ventas en la empresa Inversiones La Pequeñita del Porvenir, se obtuvo como resultado que el 66.67% de los costos de elaboración de reportes en la posprueba del grupo experimental (GE) es menor a su promedio (20 costos), 80% de la posprueba del grupo experimental (GE) es menor a la meta planteada (24 costos) y el 100% es menor al promedio de la posprueba del grupo de control (GC); en el análisis inferencial, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad de los datos, para la contrastación de la hipótesis se aplica la prueba estadística no paramétrica, U de Mann-Whitney, concluyendo en que, el uso de una solución de BI disminuye el costo de elaboración de reportes de la posprueba del grupo experimental (TERGE) con respecto a la muestra de la posprueba del grupo de control (TERGC).

Los resultados obtenidos se asemejan a Nuñez (2022) que tras realizar su investigación describe que al implementar una solución de BI se reduce el costo de elaboración de reportes, de igual manera que se aumenta el número de reportes que se pueden analizar sin aumentar el costo de elaboración, como también, se disminuye el costo al no generar errores y evitar que no se repita la acción de generar reporte, esto se evidencia en una reducción de 81.21 soles en promedio, resultado de su investigación tras 30 observaciones posprueba realizadas; Jibaja (2022) coincide con la investigación, al trabajar con el indicador de costos de elaboración de reportes evidencia una disminución del 63.23% luego de haber implementado la solución de BI, describiendo que el centralismo de datos que genera la solución brinda un mayor de rendimiento en cuanto a tiempos, por lo tanto, menos costos. En cuanto a las bases conceptuales Salazar (2022) indica que el costo de elaborar reportes es la cuantificación del costo que demanda el tiempo de elaborar reportes multiplicado por el costo hora que percibe el trabajador, esto permite valorizar los montos que se invierten al momento de preparar cada reporte.

Dentro de los aspectos no abordados, como parte de la investigación, se encontró procesos que se enlazan directamente con ventas, como son compras y almacenes, que por cuestiones de tiempo y alcance de la investigación no estuvieron incluidas, así mismo una revisión y actualización del plan estratégico, que es importante para el direccionamiento del negocio y que ayuda al diseño de estrategias para la toma de decisiones.

Finalmente dado el cumplimiento de los objetivos general y específicos, se concluye que la presente investigación mejora significativamente el proceso de ventas de Inversiones La Pequeñita del Porvenir - Trujillo, 2023 usando una Solución de BI.

9. Conclusiones

Se determinó que existe una disminución en el tiempo de elaboración de reportes, el tiempo de búsqueda de información y el costo de elaboración de reportes con el uso de la solución BI, por lo tanto, se mejoró el proceso de ventas en la empresa Inversiones La Pequeñita E.I.R.L. del Porvenir, Trujillo.

Se disminuyó el tiempo de elaboración de reportes, demostrando que existe una mejora al usar la solución BI, al presentar una media de 1.158 asociaciones en la posprueba del grupo de control (GC), en comparación del 0.223 para la posprueba del grupo experimental (GE), como se observa existe una diferencia entre las medias del 0.935, evidenciando con la prueba estadística U de Mann-Whitney donde se obtuvo un valor Z= 0.00, con una probabilidad estadística, donde el valor p fue 0.001 siendo esta menor al nivel de significancia y aceptando la hipótesis alterna.

Se disminuyó el tiempo de búsqueda de información, demostrando que existe una mejora al usar la solución BI, al presentar una media de 0.898 asociaciones en la posprueba del grupo de control (GC), en comparación del 0.138 para la posprueba del grupo experimental (GE), como se observa existe una diferencia entre las medias del 0.759, evidenciando con la prueba estadística U de Mann-Whitney donde se obtuvo un valor Z= 0.00, con una probabilidad estadística, donde el valor p fue 0.001 siendo esta menor al nivel de significancia y aceptando la hipótesis alterna.

Se disminuyó costo de elaboración de reportes, demostrando que existe una mejora al usar la solución BI, al presentar una media de 4.341 asociaciones en la posprueba del grupo de control (GC), en comparación del 0.836 para la posprueba del grupo experimental (GE), como se observa existe una diferencia entre las medias del 3.505, evidenciando con la prueba estadística U de Mann-Whitney donde se obtuvo un valor Z= 0.00, con una probabilidad estadística, donde el valor p fue 0.001 siendo esta menor al nivel de significancia y aceptando la hipótesis alterna.

Referencias

Chicaiza Palate, C. J. (2022). Desarrollo de una propuesta de inteligencia de negocios en el área de ventas de la empresa Amnufarvet utilizando la metodología Kimball. [BachelorThesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8578

Cholán Cabanillas, M. A., & Terán Cruz, J. G. (2022). Inteligencia de Negocios para dinamizar la Toma de Decisiones en la Gestión Comercial de Business & Inversiones Softhard SAC. https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3346044

Forero-Castañeda, D. A., & Sánchez Garcia, J. A. (2022). Introducción a la inteligencia de negocios basada en la metodología KIMBALL: Introduction to business intelligence based on KIMBALL Methodology | Tecnología Investigación y Academia. 9(1). https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/18082

García Cruz, L. A. (2021). Las decisiones gerenciales en las empresas durante la emergencia sanitaria covid-19, en Colombia. http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/39746

Huerta-Riveros, P. C., Gaete-Feres, H. G., Pedraja-Rejas, L. M., Huerta-Riveros, P. C., Gaete-Feres, H. G., & Pedraja-Rejas, L. M. (2020). Strategic management, information system and quality. The case of a Chilean public university. Información tecnológica, 31(2), 253-266. https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000200253

Jibaja Cruz, M. A. (2022). Implementación de un modelo de inteligencia de negocios aplicando la metodología Ralph Kimball para la toma de decisiones en las empresas textiles [Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93220

Mark, J., & Greg, M. (2009). Administración de ventas (9.ª ed.). Mc Graw Hill.

Morales Cardoso, S. L. (2019). Metodología para procesos de Inteligencia de Negocios con mejoras en la extracción y transformación de fuentes de datos, orientado a la toma de decisiones. [Universidad de Alicante]. http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/92767

Nuñez Cartolin, C. A. (2022). Business Intelligence y su impacto en la productividad del proceso de toma de decisiones de la alta gerencia en la empresa Newocean Technology S. A. C. [Universidad Privada del Norte]. https://hdl.handle.net/11537/30383

Palanisamy, A. M., Nataraj, R. V., Samgeetha, S., & Sountharrajan, S. (2020, mayo 3). Virtual DataStack for Application Domains: Concepts, Challenges and Generation Techniques | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. 2020 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS), Thoothukudi, India. https://doi.org/10.1109/ICISS49785.2020.9315915

Peralta Villasante, G. Y. (2021). Data mart para el proceso de toma de decisiones en área de ventas para la empresa de transportes Reyna [Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67766

Quispe Casas, D., & Suncion Atoche, M. A. (2019). Business intelligence basado en la metodología ralph kimball para mejorar la efectividad de la unidad de estadística de la Diresa callao, 2019 [Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43693

Romero, C., Ortiz, J., Khalaf, O., & Prado, A. (2021). Business Intelligence: Business Evolution after Industry 4.0. Sustainability, 13, 10026. https://doi.org/10.3390/su131810026

Salazar Casas, D. B. (2022). Implementación de business intelligence para el proceso de toma de decisiones en el área de recaudación de una municipalidad, Lima [Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93385

Singh, D., Singh, A., Omar, A., & Goyal, S. B. (2022). Business Intelligence and Human Resource Management: Concept, Cases, and Practical Applications. CRC Press.

Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2007). Fundamentos de Marketing (14.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Vásquez Romero, D. E. (2023). Inteligencia de Negocios para agilizar la Toma de Decisiones de la Gestión de Operaciones del Fundo el Edén. Universidad Nacional de Trujillo. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/18399

Villacreses Quevedo, J. G., & Vite Cevallos, H. (2021). Influencia del uso de software de Inteligencia de negocios en empresas bananeras de la ciudad de Machala provincia El Oro. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 4(1), Article 1.

Weller, J. (2020). La pandemia del COVID-19 y su efecto en las tendencias de los mercados laborales. CEPAL. https://www.cepal.org/es/publicaciones/45759-la-pandemia-covid-19-su-efecto-tendencias-mercados-laborales

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/09/2023
Aceitação/Acceptance: 20/11/2023

Estrategias de transformación digital en las empresas: Estudio bibliométrico

Yolanda Lazo Cisneros[1], Suzanne Carolina Vargas Frías[2], Jefferson Ronald Aspilcueta Infante[3], Pedro Alonzo Mena Tribeño[4], Felipe Eduardo Yong-Chung[5]

u202010592@upc.edu.pe; u201923910@upc.edu.pe; u20171a354@upc.edu.pe; p202023098@upc.edu.pe; felipe.yongchung@hotmail.com

[1,2,3,4 y 5] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Santiago de surco, 15023, Lima, Perú.

Pages: 44-56

Resumen: En este artículo se presentan los resultados de una revisión sistemática de la literatura que tiene como objetivo identificar las estrategias de transformación digital en las empresas. Se lleva a cabo una investigación con un enfoque meta analítico consolidado, basado en el análisis de 221 artículos de investigación. En donde se destaca que la mayor cantidad de artículos publicado provienen de autores de nacionalidad china (43.4% del *top ten* de países con mayor número de publicaciones), asimismo, que el 40.3% de los estudios se hizo empleando el enfoque cuantitativo. El estudio también encuentra que las principales estrategias de transformación digital en las empresas se basan, en; a) el liderazgo y la planificación, b) la gestión del conocimiento y c) la innovación tecnológica (Industria 4.0). Se concluye que la transformación digital en las empresas requiere de un liderazgo que logre la implementación de estrategias bien definidas, una gestión del cambio efectiva y una cultura colaborativa que considere los beneficios y la eficacia de la gestión del conocimiento, además del uso de tecnologías avanzadas como la industria 4.0. Asimismo, se destaca la importancia de adquirir habilidades digitales para desenvolverse de manera efectiva en el entorno digital y aprovechar las oportunidades tecnológicas.

Palabras-clave: Transformación digital; empresas; estrategias.

The estate of the art on digital transformation strategies for businesses

Abstract: This article presents the results of a systematic review of the literature that aims to identify digital transformation strategies in companies. A research is carried out with a consolidated meta-analytic approach, based on the analysis of 221 research articles. Where it is highlighted that the largest number of articles published come from authors of Chinese nationality (43.4% of the top ten countries with the highest number of publications), likewise, that 40.3% of the studies were carried out using the quantitative approach. The study also finds that the main digital transformation strategies in companies are based on; a) leadership and planning, b) knowledge management and c) technological innovation (Industry 4.0). It is concluded that digital transformation in companies requires leadership that achieves the implementation of well-defined strategies, effective

change management and a collaborative culture that considers the benefits and effectiveness of knowledge management, in addition to the use of advanced technologies like industry 4.0. In addition, the importance of acquiring digital skills to function effectively in the digital environment is highlighted for taking advantage of technological opportunities.

Keywords: Digital transformation; companies; strategies.

1. Introducción

En su investigación Corejova (2022) menciona que el mundo está cada vez más digitalizado, las empresas se enfrentan a la necesidad de adaptarse y aprovechar las oportunidades que brinda la tecnología para sobrevivir y prosperar en un entorno empresarial altamente competitivo. Asimismo, el autor señala que el mundo actual está influenciado principalmente por las tecnologías digitales y que la digitalización de los procesos productivos conduce a la transformación digital de los sectores empresarial y de la economía natural. Finalmente, el autor concluye que al igual que otras tecnologías en el pasado, los efectos de las tecnologías digitales están asociados a un crecimiento de la eficiencia, la productividad y, por tanto, también de los ingresos y beneficios. Cabe señalar que la tecnología digital como señala Yong-Chung y Melo Mariano (2023) también desempeña un papel clave en los procesos de enseñanza y aprendizaje, hecho que complementa la eficiencia y productividad de los colaboradores.

Según Wang (2022), en un estudio realizado en China (país con mayor cantidad de artículos publicados al respecto del tema de esta investigación, como se mostrará más adelante), concluyó que la transformación digital desempeña un papel estratégico y esencial para mejorar la capacidad de respuesta de las empresas ante las perturbaciones externas y para promover un desarrollo sostenible. También indica que la transformación digital puede incrementar la resiliencia empresarial al mejorar el nivel de capital humano, fomentar la capacidad de innovación, mitigar las restricciones crediticias y fortalecer el control interno. Asimismo, la rápida evolución de la tecnología y el cambio en las preferencias de los consumidores han generado la necesidad de adoptar estrategias de transformación digital efectivas. Estas estrategias permiten a las empresas adaptarse a las demandas del mercado, optimizar sus operaciones y ofrecer experiencias personalizadas a los clientes. Además, la transformación digital también puede traer ventajas de costos, ventajas de escala y ventajas de apoyo industrial a las empresas, lo que ayuda a mejorar la competitividad de las empresas (Liu, 2023).

En este contexto, es fundamental comprender las estrategias de transformación digital que han demostrado ser efectivas en diferentes sectores y contextos empresariales. Esto permitirá a las empresas identificar las mejores prácticas, aprender de experiencias exitosas y evitar posibles obstáculos en su proceso de transformación. Por ello, este artículo de investigación se centrará en analizar y comprender las estrategias de transformación digital para las empresas, planteándose la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son las estrategias de transformación digital más efectivas para las empresas en la actualidad?

Por lo anterior, el objetivo general de esta investigación, es analizar y describir las estrategias de transformación digital que han demostrado ser exitosas en diferentes

sectores empresariales. Esto es importante para proporcionar conocimientos actualizados y una orientación práctica en el campo de la transformación digital empresarial. Lo que puede beneficiar tanto a las empresas que buscan adaptarse y prosperar en la era digital como a la comunidad académica y empresarial en general.

Finalmente, este artículo describe la metodología utilizada en la investigación actual. Luego, se realiza un análisis descriptivo de las fuentes seleccionadas, seguido de un análisis hermenéutico de los resultados. Por último, se presentan las conclusiones obtenidas en la investigación.

2. Metodología

El propósito de esta revisión de la literatura es exponer las características principales de los estudios realizados sobre el tema de investigación, así como también las tendencias actuales en la investigación relacionada con este tema. La metodología empleada se fundamenta en la teoría del enfoque meta analítico consolidado (TEMAC), elaborada por Mariano y Rocha Santos en el año 2017. Este enfoque consta de tres etapas que se explican a continuación, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1 – Esquema de desarrollo del modelo TEMAC

2.1. Preparación de la investigación

Durante la fase inicial de la investigación, se establecen las palabras clave que se utilizan para la selección de las fuentes, se determinan los límites temporales, se seleccionan las bases de datos para recopilar información y se identifican las áreas de conocimiento que son tomadas en cuenta.

2.2. Presentación de los datos interrelacionados

En esta fase del estudio, se lleva a cabo un análisis descriptivo de los datos recopilados a través del estudio bibliométrico trabajado en las fuentes previamente seleccionadas en el paso anterior, como se mostrará en el capítulo 3 de resultados. Los datos obtenidos se relacionan entre sí según los criterios previamente establecidos. Los criterios seleccionados para el análisis en este estudio son los siguientes: la comparación entre los autores con más publicaciones y los más citados, las categorías con más publicaciones, la

evolución de la cantidad de publicaciones anuales, los métodos utilizados y los autores por nacionalidad que lideran la investigación.

2.3. Descripción del modelo integrador y la validación basada en evidencia

En esta etapa de la investigación, se analiza la información extraída de las fuentes seleccionadas de manera exhaustiva. El objetivo de este análisis es identificar los temas principales y construir un panorama que integre el conocimiento actual sobre el tema. Se utiliza la versión 1.6.18 del programa VOSViewer. VOSViewer es un software gratuito desarrollado por Nees Jan van Eck y Ludo Waltman del CWTS Leiden University (The Netherlands) para construir y visualizar redes bibliométricas. Estas redes pueden ser de revistas científicas, investigadores o publicaciones individuales, basadas en la citación, la co-citación o las relaciones de coautoría. VOSviewer también ofrece una funcionalidad de minería de textos que puede emplearse para construir y visualizar redes de concurrencia de términos extraídos de textos de la literatura científica. Este último aspecto, es una herramienta muy interesante para poder hacer un artículo de revisión sobre una determinada temática (Feijoo, 2022).

Para llevar a cabo esta etapa, se optó por utilizar un enfoque de acoplamiento bibliográfico, el cual se basa en el principio de que dos documentos están fuertemente relacionados si comparten una mayor cantidad de referencias bibliográficas en común. De esta manera, mediante el procesamiento automatizado de un conjunto de artículos, el acoplamiento bibliográfico se convierte en un criterio para identificar conexiones entre ellos, lo que permite obtener grupos de artículos altamente similares, formando así un frente de investigación (Persson, 1994).

3. Resultados

Este capítulo se divide en tres secciones principales. Comienza con una exhaustiva explicación del proceso utilizado para seleccionar las fuentes durante la etapa preparatoria de la investigación. A continuación, se muestran los resultados del análisis descriptivo llevado a cabo sobre las fuentes seleccionadas. Por último, el capítulo revela las principales tendencias relacionadas con el tema durante los últimos cinco años (2018-2022). La base de datos empleada es Web of Science, considerada una de las referencias mundiales para la evaluación de la investigación científica (Delgado-López-Cózar & Repiso, 2013), la primera publicación registrada, sobre el tema, data del año 2011 y se toma hasta el año 2022.

3.1. Preparación de la investigación

La metodología TEMAC se inicia con la etapa de preparación de la investigación en la cual se realiza una búsqueda organizada y sistemática de fuentes que tengan relación con el tema, en este caso empleando la base de datos *Web of Science*. Después de una revisión exploratoria de las fuentes, se seleccionaron las siguientes palabras clave: “digital transformation”, “strateg*”, “enterpr*”. Al emplear dichos términos en la base

de datos Web of Science, se localizaron un total de 294 publicaciones. Sin embargo, al considerar únicamente artículos de investigación como fuente de información y depurar las fuentes para que estén directamente relacionadas con el tema de estudio, el número se redujo a 221 publicaciones, como se puede observar en la Figura 2.

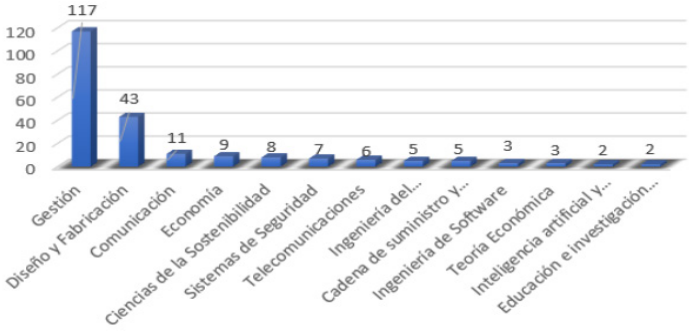


Figura 2 – Selección de Fuentes

En la Figura 1 también se puede observar que, la categoría que mayor número de publicaciones tiene es la de Gestión, seguida por Diseño y Fabricación. De ello se puede deducir con mediana claridad, que el tema de la transformación digital es de gran preocupación para las áreas de administración, producción y/o la gestión de la fabricación.

3.2. Presentación de los datos interrelacionados

En esta parte se exponen los resultados estadísticos descriptivos de las fuentes elegidas. El objetivo es comprender la naturaleza, evolución y alcance de las publicaciones relacionadas con el tema de investigación. Se presentan la tendencia del número de publicaciones anuales, se destacan los países y autores con más artículos registrados, y, por último, se analizan los enfoques más recurrentes en las investigaciones.

Publicaciones por año

En este apartado, en la Figura 3 se muestra la evolución del número de publicaciones por año (2017 – 2022). La figura muestra la cantidad de artículos publicados sobre el tema de estudio desde el año 2017, cuando se publicaron 3 artículos, al igual que en el 2018, sin mostrar un incremento significativo.

A partir de 2019, se observa un aumento progresivo en la cantidad de artículos publicados. En ese año se publicaron 7 artículos, lo cual representa un crecimiento de más del 100% en comparación con los años anteriores. En 2020, la cantidad de artículos publicados se incrementó significativamente a 37 y en el año 2022 se registra la mayor cantidad de artículos publicados en relación al tema de las estrategias de transformación digital en las empresas, con 95 registros.

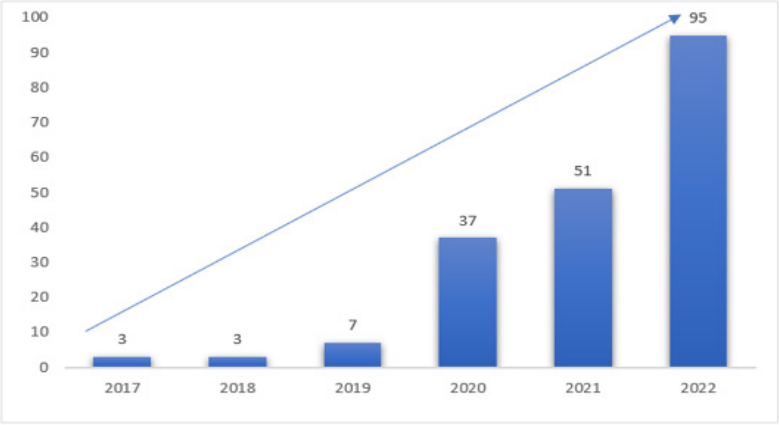


Figura 3 – Gráfico de barras con tendencia en la cantidad de publicaciones anuales

Publicaciones por países (nacionalidad de los autores)

En cuanto al análisis según la nacionalidad de los autores (países), un total de 61 nacionalidades han registrado publicaciones relacionadas con el tema de estudio. Cabe resaltar de la Tabla 1, que solo se están considerando las 10 principales nacionalidades que registran publicaciones. Además, se debe señalar que de la base de datos de Web of Science se pueden extraer las nacionalidades de los autores, sin embargo, ello no significa necesariamente que la investigación se realizó en el país natal del autor).

País	Cantidad de Registros	%
China	109	43.42%
Usa	27	10.75%
Italia	24	9.56%
Inglaterra	21	8.36%
Alemania	16	6.37%
Francia	14	5.57%
India	13	5.17%
Australia	12	4.78%
Taiwan	10	3.98%
Canada	7	2.78%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 – Publicaciones por país

Según los datos recopilados, se observa que China lidera las publicaciones con 109 artículos. Estados Unidos ocupa el segundo lugar con 27 artículos publicados, seguido por Italia con 24 artículos. Inglaterra se encuentra en el cuarto lugar con 21 artículos, mientras que Alemania ocupa el quinto lugar con 16 artículos publicados. De lo anterior se puede inferir que el tema de investigación, es de interés principal de los países altamente industrializados.

Autores más productivos

En esta sección se exponen los autores más prolíficos en cuanto a publicaciones, en relación al tema de investigación. Son 847 los autores registrados con publicaciones, sin embargo, en la Tabla 2 solo se están considerando los 10 autores con más publicaciones.

Autor	Cantidad de Registros	%
Scuotto V	4	1.59%
Ghobakhloo M	3	1.19%
Li L	3	1.19%
Li X	3	1.19%
Muller JM	3	1.19%
Zhang X	3	1.19%
Alam K	2	0.79%
Ali MA	2	0.79%
Arias-perez J	2	0.79%
Behl A	2	0.79%

Fuente: Elaboración propia

Nota: 10 Principales autores de un total de 847 autores

Tabla 2 – Publicaciones por autor

El autor Scuotto V ha publicado 4 artículos, lo que indica que es el autor con mayor contribución. Ghobakhloo M., Li L., Li X., Muller JM, Zhang X. y Arias-perez J. tienen cada uno 3 artículos publicados y seguidos de Alam K., Ali MA., Behl A. y Zhang X. tienen 2 artículos publicados cada uno. Estos autores, son citados más adelante en el presente artículo de investigación.

Enfoques metodológicos más empleados

Después de examinar los artículos de investigación relacionados con el tema, se identificaron 60 estudios con un enfoque cualitativo, 89 con un enfoque cuantitativo y 72 con un enfoque mixto, como se muestra en la representación gráfica de la Figura 4.

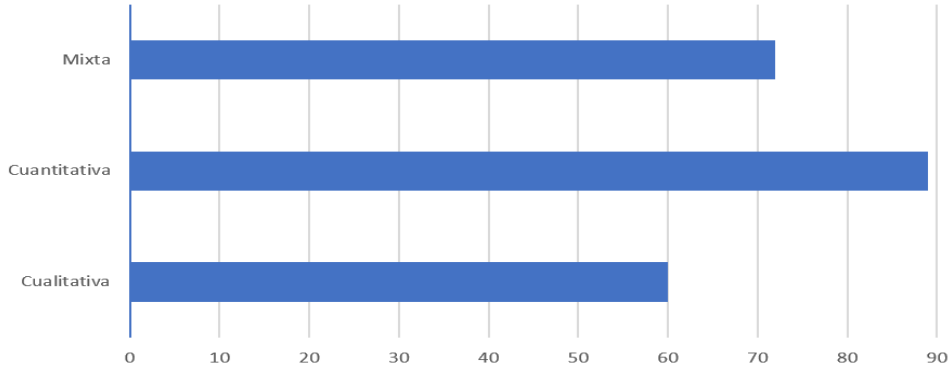


Figura 4 – Enfoques metodológicos empleados

3.3. Análisis de acoplamiento bibliográfico

El acoplamiento bibliográfico es en un criterio utilizado para establecer conexiones entre diferentes artículos, lo que permite identificar grupos de investigación con una gran similitud entre ellos. Estos grupos forman un frente de investigación cohesionado (Arencibia-Jorge et al., 2020).

En la Figura 5, se puede observar la presencia de hasta cinco conjuntos de autores que están relacionados entre sí durante los últimos cinco años. Los autores de un mismo color representan un agrupamiento que comparten un eje temático en común.

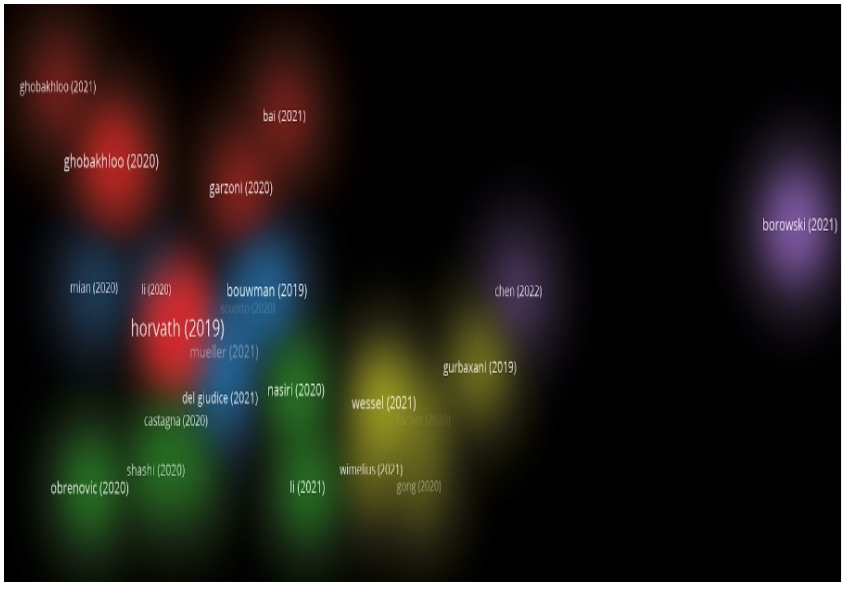


Figura 5 – Análisis de interconexión bibliográfica entre grupos de autores. Representación gráfica de la frecuencia de citas de autores mediante un mapa de calor.

A continuación, en la Figura 6 se ilustra la interconexión entre los autores basada en las citas utilizadas en sus artículos. Esta representación gráfica utiliza líneas y nodos para ilustrar cómo los autores se citan entre sí en sus publicaciones.

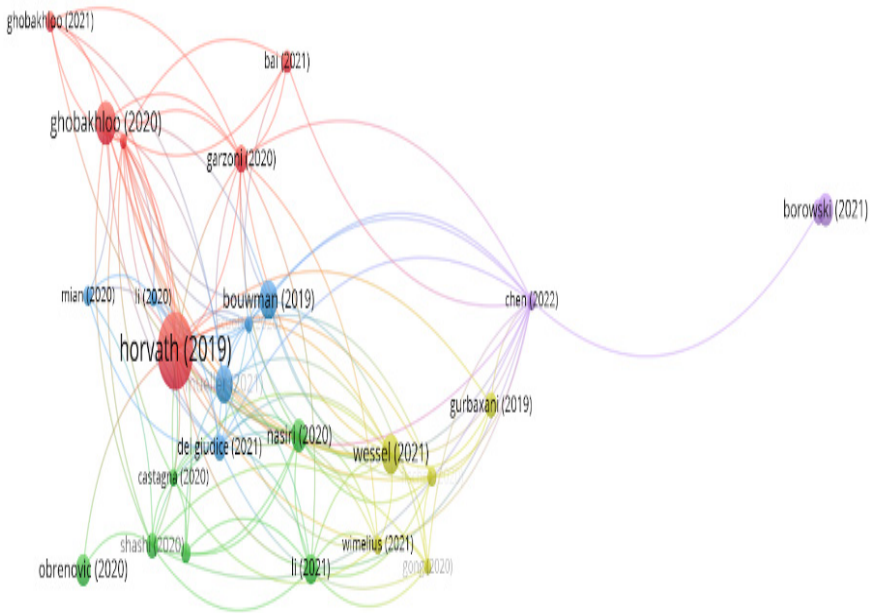


Figura 6 – Interrelación entre los autores

A continuación, se procede a realizar un análisis y discusión sobre las perspectivas y enfoques fundamentales presentados por los autores en cada uno de estos grupos. Los cuales se han integrado en tres ejes temáticos principales; a) Liderazgo y planificación, b) Gestión del conocimiento y c) Innovación tecnológica.

Liderazgo y planificación

El primer grupo de autores indica que para realizar una transformación digital exitosa se requiere implementar enfoques estratégicos, una gestión adecuada del cambio y una cultura colaborativa que involucre a todos los niveles de la organización. Tal es así que, según Bai (2021) la clave para llevar a cabo la transformación digital, especialmente en las micro y pequeñas empresas (MYPES), radica en enfocar las estrategias en la cadena de producción. El autor señala que es importante destacar que cualquier proceso de transformación digital debe comenzar por este punto crucial. Por su parte para Ghobakhloo (2021) la transformación digital radica en la implementación de estrategias que involucren el desarrollo de la gestión del cambio y la planificación estratégica orientada a la digitalización. Sin embargo, antes de comenzar este proceso, es fundamental realizar una evaluación previa para determinar si se disponen de las competencias y los recursos necesarios. Esta evaluación inicial permitirá corroborar si la organización cuenta con los elementos necesarios para emprender con éxito la

transformación digital. Así mismo, según Horvath (2019) la implementación exitosa de la transformación digital se basa en la implementación y estandarización de prácticas de gestión y liderazgo, así como en la disposición de colaboración e integración a nivel de la cadena de suministro. Estos factores son fundamentales, ya que todo el proceso de transformación digital parte del talento humano y su participación activa en el cambio organizacional.

Por otro lado, en su estudio Wimelius et al. (2021) concluyeron que para lograr sus objetivos y mantener una ventaja competitiva en la era digital, las organizaciones deben mejorar constantemente sus plataformas y sus estructuras digitales. Finalmente, según Nasiri (2020), la transformación digital por sí sola no tiene un impacto directo en el desempeño de las relaciones, sino que es necesario contar con procedimientos, estrategias y herramientas integrales para aprovechar los beneficios de la cadena de suministro digital. Además, se argumenta que la digitalización requiere una estrategia clara y con objetivos definidos, y su implementación debe considerar los beneficios y la eficacia en la gestión empresarial.

Por último, Gurbaxani y Dunkle (2019) indican que las plataformas de tecnología digital se están convirtiendo cada vez más en parte de la actividad económica, lo cual ha originado un entorno empresarial de cambios continuos. Por lo tanto, la transformación digital se debe reinventar en la forma en que se plantean las estrategias de una nueva visión, en la alineación de la visión y las inversiones en transformación digital.

Gestión del conocimiento

El segundo grupo de autores hace énfasis en que es esencial contar con procedimientos y estrategias completas para aprovechar los beneficios de la digitalización debido a que es fundamental enfrentar la volatilidad del mercado y fortalecer el desempeño operativo y organizacional, y su éxito depende de una clara comprensión de la implementación de tecnología y una estrategia adecuada. Según Li (2021), la transformación digital es una estrategia crucial para mejorar la agilidad en el mercado. La agilidad del mercado implica la recopilación y procesamiento de una amplia gama de información con el fin de identificar y anticipar cambios externos, así como mejorar rápidamente los productos y servicios para satisfacer las necesidades de los clientes. Se reconoce que las empresas que adoptan tecnologías digitales tienen mayores capacidades para detectar y reaccionar ante oportunidades y amenazas.

Por su lado, Castagna (2020) indica que, para aprovechar las soluciones digitales, las empresas deben adquirir y transformar diferentes tipos de conocimiento externo, lo cual implica la implementación de nuevos sistemas de gestión del conocimiento, así como aprovechar la adopción de plataformas, infraestructuras y herramientas digitales del conocimiento.

Por último, Ricci (2021) señala que, para implementar la transformación digital de manera exitosa, se deben aplicar dos estrategias clave. En primer lugar, se destaca la importancia de facilitar un intercambio continuo de información y conocimiento entre las personas en el entorno laboral. Esto contribuye a aprovechar al máximo las tecnologías digitales y promover la adopción de nuevas prácticas. En segundo lugar, se enfatiza la necesidad de establecer canales de intercambio de información entre los diferentes actores del ecosistema empresarial, como proveedores y compradores, para

fomentar la colaboración y generar bucles de retroalimentación que enriquezcan el proceso de transformación digital.

Innovación tecnológica y la industria 4.0

El tercer grupo de autores concluye que las innovaciones tecnológicas a menudo conducen a rediseños en los modelos comerciales de las empresas, al tener que incorporar nuevos conocimientos externos en las actividades internas, es el caso de la incorporación de la Industria 4.0 (tecnologías digitales que están transformando la forma en que las empresas operan y producen bienes y servicios. Estas tecnologías están impulsando la digitalización y la automatización de los procesos industriales, permitiendo una mayor eficiencia, flexibilidad y personalización en la producción), también conocida como Internet Industrial que permite a las empresas emprender estrategias de innovación tanto exploratorias como explotadoras. Algunas de las tecnologías clave asociadas con la Industria 4.0 incluyen: Big data, computación en la nube, inteligencia artificial, realidad virtual, robótica avanzada.

Según Mian (2020) el surgimiento de la Industria 4.0, muestra un enfoque en la automatización, la descentralización, la integración de sistemas y los sistemas ciber físicos. Por ello, su implementación promete numerosos beneficios en términos de mayor productividad, mayor volatilidad, mejor control y simplificación de procesos, crecimiento empresarial acelerado, desarrollo sostenible, etc.

Por su lado Mueller (2021) y Scuotto (2021) mencionan que las innovaciones tecnológicas a menudo conducen a rediseños en los modelos comerciales como una estrategia para las empresas ya establecidas, por lo que les obliga a incorporar nuevos conocimientos externos en las actividades internas. Es el caso de la respuesta a la aparición de la Industria 4.0. Por otro lado, la adquisición, asimilación, transformación y explotación del conocimiento del entorno permite a las empresas emprender estrategias de innovación tanto exploratorias como explotadoras.

Según Chen (2022) la clave para alcanzar altos niveles de transformación digital radica en la capacidad de combinar y sincronizar de manera efectiva los diferentes elementos digitales, así como abordar la incertidumbre del mercado y estructurar los recursos para aprovecharlos de forma conjunta. Esta integración fortalece la noción de una relación interdependiente entre estos factores y destaca la importancia de la sinergia y el enfoque holístico en la búsqueda de la madurez digital. Así mismo, según Borowski (2021) las empresas buscan la transformación digital mediante el uso de soluciones tecnológicas avanzadas, como las tecnologías de la Industria 4.0, la digitalización y la realidad virtual.

4. Conclusiones

Las investigaciones sobre las estrategias de transformación digital, se han intensificado en los últimos años (a partir del 2019), siendo de especial interés para los países altamente desarrollados, asimismo, las investigaciones realizadas son especialmente con enfoque cuantitativo.

Como producto de la revisión de las fuentes de investigación sobre las estrategias de la transformación digital para empresas, se puede mostrar que la transformación digital requiere la implementación de un conjunto de estrategias definidas y complementarias,

relacionadas con la planificación y la gestión del conocimiento. Estas estrategias deben tener metas claras, considerar una gestión efectiva del cambio y el desarrollo de una cultura colaborativa que involucre a todos los niveles de la organización. Finalmente, su implementación debe considerar los beneficios y la eficacia de la gestión empresarial.

Además, las empresas están buscando la transformación digital a través del uso de soluciones tecnológicas avanzadas, como las tecnologías de la industria 4.0 (tecnologías digitales que están transformando la forma en que las empresas operan y producen bienes y servicios), en donde el reto radica en su implementación integral, es decir, sin descuidar los distintos aspectos de una empresa, para así lograr la tan ansiada "madurez digital".

Referencias

Arencibia-Jorge, R., Vega-Almeida, R. L., & Carrillo-Calvet, H. (2020). Evolución y alcance multidisciplinar de tres técnicas de análisis bibliométrico. *Palabra clave*, *10*(1), 102-102. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-99122020000200102

Bai, C., Quayson, M. & Sarkis, J. (2021). COVID-19 pandemic digitization lessons for sustainable development of micro-and small- *enterprises. 27*, 1989-2001. https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.04.035

Borowski, P. (2021). Digitization, digital twins, blockchain, and industry 4.0 as elements of management process in enterprises in the energy sector. Energies, *Energías 14*(7), 1885. https://doi.org/10.3390/en14071885

Castagna, F., Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E., Oropallo, E., & Passaro, R. (2020). Customer Knowledge Management in SMEs Facing Digital Transformation. *Sustainability*, *12*(9), 3899. https://doi.org/10.3390/su12093899

Chen, H., & Tian, Z. (2022). Environmental uncertainty, resource orchestration and digital transformation: A fuzzy-set QCA approach. *Journal of Business Research, 139*, 184–193. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.09.048

Corejova, T., & Chinoracký, R. (2021). Assessing the Potential for Digital Transformation. *Sustainability, 13*(19), 11040. https://doi.org/10.3390/su131911040

Feijoo, G., Arias A., & Moreyra M.T. (2022). Aplicación de la inteligencia artificial en la elavoración de articulos cientificos de Riview: Uso del Software VOSVIEWER con las redes bibliométicas. *ResearchGate* DOI: 10.13140/RG.2.2.13039.51365

Ghobakhloo, M. y Fathi, M. (2020), Supervivencia empresarial en la era de la Industria 4.0: el papel habilitador de la fabricación digitalizada ajustada. *Revista de gestión de tecnología de fabricación* 31(1), 1-30. https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2018-0417

Gurbaxani V. y Dunkle D. (2019), Preparándose para una transformación digital exitosa. *MIS Quarterly Executive 18*(3), 209-220. DOI: 10.17705/2msqe.00017

Horvath, D. & Szbo, R. (2019) Fuerzas impulsoras y barreras de la Industria 4.0: ¿Las multinacionales y las pequeñas y medianas empresas tienen igualdad de oportunidades?. *Pronóstico tecnológico y cambio social 146*, 119-132 DOI 10.1016/j.techfore.2019.05.021

Liu, Y. (2023). Digital Transformation and Green Innovation of Energy Enterprises. MDPI 1(15). https://doi.org/10.3390/su15097703

Mariano, A. M. & Rocha Santos, M. (2017). Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. *XXVI Congreso Internacional de La Academia Europea de Dirección y Economía de La Empresa (AEDEM)*, *26*(September), 427-443. https://www.researchgate.net/publication/319547360_Revisao_da_Literatura_Apresentacao_de_uma_Abordagem_Integradora

Mian, S., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K. & Alkhalefah, H. (2020). Adapting Universities for Sustainability Education in Industry 4.0: Channel of Challenges and Opportunities. *Sustainability*. *12*, 15, 6100 Doi10.3390/su12156100

Nasiri, M., Ukko, J., Saunila, M. & Rantala, T. (2020). Managing the digital supply chain: The role of smart technologies. *Technovation*, *96-97*, 102121. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102121

Ricci R., Battaglia D. y Neirotti P. (2021) Búsqueda de conocimiento externo, reconocimiento de oportunidades y adopción de la industria 4.0 en las pymes, *Revista Internacional de Economía 240*, 108234 DOI 10.1016/j.ijpe.2021.108234

Wang, D., & Chen, S. (2022). Digital transformation and nterprise resilience: Evidence from China. *Sustainability*, *14* (21), 14218. https://doi.org/10.3390/su142114218

Wimelius, H., Mathiassen, L., Holmstrom, J. y Keil, M. (2021), Una perspectiva paradójica sobre la renovación tecnológica en la transformación digital. *Revista de sistemas de información* 31(1), 198-225. DOI: 10.1111/isj.12307

Yong-Chug, F., Melo Mariano, A. (2023). Bibliometric study on the application of ICTs for teaching. Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 2023(56), 317-330. http://www.scopus.com/inward/record.url?partnerID=HzOxMe3b&scp=85169419191&origin=inward

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 23/07/2023
Aceitação/Acceptance: 28/10/2023

Influencia de los Videojuegos en la Depresión: Una Revisión Sistemática de la Literatura

Martin J. P. Ruiz-Rodriguez[1], Segundo E. Cieza-Mostacero[1]

jpruizr@ucvvirtual.edu.pe; scieza@ucv.edu.pe

[1] Grupo de Investigación Tendencia e Innovación en Ingeniería de Sistemas-Trujillo, Universidad César Vallejo, Trujillo, La Libertad 13001, Perú.

Pages: 57-67

Resumen: El artículo tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura, sobre la influencia de los videojuegos en la depresión, para ello se filtraron 510 artículos utilizando la metodología PRISMA, de los cuales 13 cumplieron con los criterios de inclusión, exclusión y calidad, obteniendo que el 71.42% de estos, demostraron los aspectos positivos que tienen los videojuegos en el tratamiento de la depresión, además se identificaron que los géneros más efectivos son: los de aventura con un 50%, Puzzle 30% y 20% otros, también se identificó cuáles son los dispositivos más utilizados entre los principales están: los celulares inteligentes con 75% y las computadoras y consolas con un 12.50% cada uno, por último, el 23% de estos demostraron que los videojuegos sirven como herramienta para el tratamiento de la depresión, ansiedad, entre otros.

Palabras-clave: Tecnología de la comunicación, Aplicación informática, Videojuego, Psicología clínica.

Influence of Video Games on Depression: A Systematic Review of the Literature

Abstract: The objective of the article was to carry out a systematic review of the literature on the influence of video games on depression, for which 510 articles were filtered using the PRISMA methodology, of which 13 met the inclusion, exclusion and quality criteria, obtaining that 71.42% of these, demonstrated the positive aspects that videogames have in the treatment of depression, it was also identified that the most effective genres are: adventure with 50%, Puzzle 30% and 20% others, also identified which are the most used devices among the main ones are: smart cell phones with 75% and computers and consoles with 12.50% each, finally, 23% of these demonstrated that video games serve as a tool for the treatment of depression, anxiety, etc.

Keywords: Information technology, Videogames, Video games, Clinical psychology.

1. Introducción

La pandemia COVID-19 tuvo un gran impacto en temas psicológicos, debido a las medidas de prevención que se tomaron para evitar la propagación del SARS COV2, el confinamiento y aislamiento fueron las principales medidas aplicadas, lo que provocó un aumento del 25% en temas de depresión y ansiedad en las personas a nivel mundial (OMS, 2022). Urrego-Betancourt *et al.* (2022), mencionaron que debido al confinamiento hubo un aumento en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), implementando nuevos recursos para dar atención a los casos psicológicos, como el uso de videollamadas para atenciones médicas, evaluaciones psiquiátricas, creación de grupos de apoyo, etc.; dentro de las TIC utilizadas en pandemia, el uso de videojuegos como forma de relajación y liberación de estrés fue uno de los que más aumento presentó, alcanzando un 62% a nivel mundial (Agenda País, 2021).

Rivera *et al.* (2018) definieron los videojuegos como un juego electrónico donde interactúan una o más personas a través de una pantalla, ya sea una computadora, una laptop, un celular, entre otros. Suárez (2018), menciono que el uso de los videojuegos aumenta y estimula las áreas del hipocampo encargado de los patrones de comportamiento, placer, ira y pérdida de memoria, también el hipotálamo lateral conocido como sistema de recompensas, el cual se encarga de controlar el comportamiento emocional y los impulsos de las motivaciones, Hideyo (2017), menciono que estas áreas del cerebro son las mismas que se ven afectadas por la depresión, como son la reducción de la corteza dorsolateral frontal, densidad neuronal y reducción del hipocampo.

Si bien es cierto, los videojuegos no mejoran o ayudan de forma directa a la depresión, existen investigaciones que podrían relacionar estos temas de mejor manera como: "Neural Basis of Video Gaming: A Systematic Review" de Palaus *et al.* (2017), "Efectos de los videojuegos en adolescentes a nivel emocional" de Fernández (2019), "¿Los videojuegos pueden ayudar a las personas que sufren depresión?" de Armengol (2019), "Los videojuegos, una oportunidad contra la depresión, según la ciencia" de El Universal (2021), "Winning The Game Against Depression: A Systematic Review of Video Games for the Treatment of Depressive DisordersNeural" de Ruiz *et al.* (2022), entre otros trabajos, mencionaron que a pesar de los resultados positivos obtenidos en estas investigaciones, no se puede asegurar una metodología concreta, debido a que estas son realizadas de forma experimental y enfocadas a un problema específico, impidiendo replicar estos resultados debido a distintos contextos o videojuegos realizados.

Por eso fue necesario realizar una revisión de la literatura, de las diferentes investigaciones realizadas entre videojuegos y la psicología, teniendo en cuenta la evolución de estos, el cambio constante de las metodologías y nuevos estudios que dificultan realizar una estrategia concreta, haciendo uso de la metodología de investigación PRISMA se seleccionó artículos que responden las siguientes preguntas ¿Qué influencia tiene usar videojuegos para tratar la depresión?, ¿Qué dispositivos se usó más para el uso de los videojuegos?, ¿Qué genero de videojuego es recomendado para la depresión?, ¿Los videojuegos se pueden usar para tratar la depresión?.

2. Trabajos relacionados

Como primer trabajo está Kandola *et al.* (2022), en su investigación titulada "Prospective relationships of adolescents screen-based sedentary behaviour with depressive symptoms: the Millennium Cohort Study" tuvo como objetivo hallar una relación entre el uso frecuente de videojuegos, redes sociales y realizar actividades físicas con posibles síntomas de depresión, en la vida cotidiana de jóvenes de entre 11 a 14 años, se evaluó a 11341 participantes a través de un cuestionario corto de estado de ánimo y sentimientos(sMFQ). Los resultados obtenidos se dividieron por géneros dando así un 24% menos de probabilidad de sufrir depresión en los hombres que si utilizan videojuegos al menos una vez al mes en comparación a quienes no realizan esta actividad, por, otra parte, las mujeres que si utilizan los videojuegos tienen un 11% menos probabilidades de sufrir depresión a comparación de quienes no. Su conclusión principal fue que, a pesar de que los resultados obtenidos están bien fundamentados, no se puede afirmar que, los videojuegos reducen la depresión esto debido a que no hubo un estándar o parametrización de los participantes como el tiempo de uso de los videojuegos, la actividad física realizada.

Así mismo, David *et al.* (2021) en su artículo "Effectiveness of the REThink therapeutic online video game in promoting mental health in children and adolescents" tuvieron como objetivo utilizar REThink un juego terapéutico desarrollado para promover la salud emocional en niños y jóvenes, participaron 31 estudiantes que se eligieron de forma voluntaria de distintas escuelas, jóvenes de entre 10 y 16 años con problemas emocionales, pensamientos negativos, la evaluación se realizó con distintos instrumentos como: el cuestionario de fortalezas y dificultades(SDQ), la escala de actitudes y creencias(ABS), la escala de irracionalidad de niños y adolescentes(CASI), children's automatic thoughts sacale-negative/positive (CAST-N/P),escala analógica visual(VAS), aplicado antes y después del uso de REThink, se ejecutó en 3 sesiones dividiendo los 6 niveles del juego, la primera sesión nivel 1,2y 3, la segunda 4,5 y la última sesión el nivel final, como principal conclusión se demostró una mejora en los participantes en los puntos de evaluación mencionados anteriormente, aunque no fueron datos significativos para afirmar la eficacia del videojuego, deja un punto de partida para aplicar en un grupo más significativo.

3. Método de Revisión

Pardal-Refoyo *et al.* (2020) mencionaron la importancia de la revisión sistemática y lo especifica que debe ser, de forma que cualquier investigador pueda entenderla, dividen en 7 puntos específicos las pautas para realizar una revisión sistemática, como primer punto la preparación de los recursos informáticos, para la cual se prepararon tablas en Word y Excel donde se registraran datos de los artículos seleccionados (año, titulo, autor(es), cita, entre otros) y se utilizó Zotero para guardar los artículos y utilizarlos en la citación y bibliografía; segundo se plantearon 4 preguntas de investigación sobre las cuales se buscara responder con los trabajos recopilados; tercero una vez identificado la variable dependiente e independiente, se realizara la búsqueda de los trabajos que

deben responder las preguntas propuestas y que guarden relación con las variables; cuarto se realizó la búsqueda bibliográfica basado en las palabras claves elegidas, en las distintas bases de datos como Primo Discovery, Taylon & Francis Online, Scopus, IEEEXPLORE, entre otros, agregando los datos recopilados en las tablas de Excel previamente realizadas; quinto se realizó la selección de los artículos encontrados y se filtraron teniendo en cuenta los criterios de exclusión e inclusión que se establecieron; sexto la selección final de los artículos se realizó con los criterios de calidad utilizando el método GRADE, que puntua los resultados de la investigación del 1 al 9 de menor a mayor importancia en 3 escalas, de 1 a 3 puntos considerado desenlaces no importantes, de 4 a 6 puntos desenlaces importantes y de 7 a 9 puntos desenlaces claves, finalmente se realizó la redacción del artículo con toda la información obtenida y mostrando las conclusiones respectivas.

3.1. Problemas de investigación

Para la revisión sistemática se formularon las siguientes preguntas de investigación:

PI1. ¿Qué influencia tiene usar videojuegos para tratar la depresión?

PI2. ¿Qué dispositivos se usó más para el uso de los videojuegos?

PI3. ¿Qué genero de videojuego es recomendado para tratar la depresión?

PI4. ¿Los videojuegos se pueden usar para tratar la depresión?

3.2. Fuentes de Búsqueda y Estrategias de Búsqueda

La búsqueda de todos los artículos utilizados para esta revisión sistemática se detalla en la siguiente tabla:

Fuente	"Videojuego"	"Depresión"
Primo Discovery	*1294*	*1269*
Taylon & Francis Online	*81*	*251*
IEEEXPLORE	*153*	*2113*
Scopus	*173*	*815*
Total	*1701*	*4448*

Tabla 1 – Fuentes de búsqueda

3.3. Criterios de selección

CE.1 Artículos publicados entre 2018 y 2023.

CE.2 Artículos en idioma español.

CE3. Documento completo disponible.

CE4. Estudios cualitativos, cuantísimos y mixtos.

CE5. Contiene relación con las palabras claves

Estos criterios se utilizaron como filtro para obtener información relevante de la revisión sistemática; la información de los artículos se encuentra en: https://n9.cl/excelcriterios.

3.4. Selección de estudios

La selección de estudios fue dada por los criterios de selección, donde luego de aplicar los filtros se escogieron 510 artículos, con un máximo de 5 años de antigüedad, de acceso abierto, los resúmenes fueron claros y relevantes, las keywords están relacionadas al tema, finalmente quedaron 13 artículos que permitieron dar respuesta a las preguntas de investigación (Figura 1).

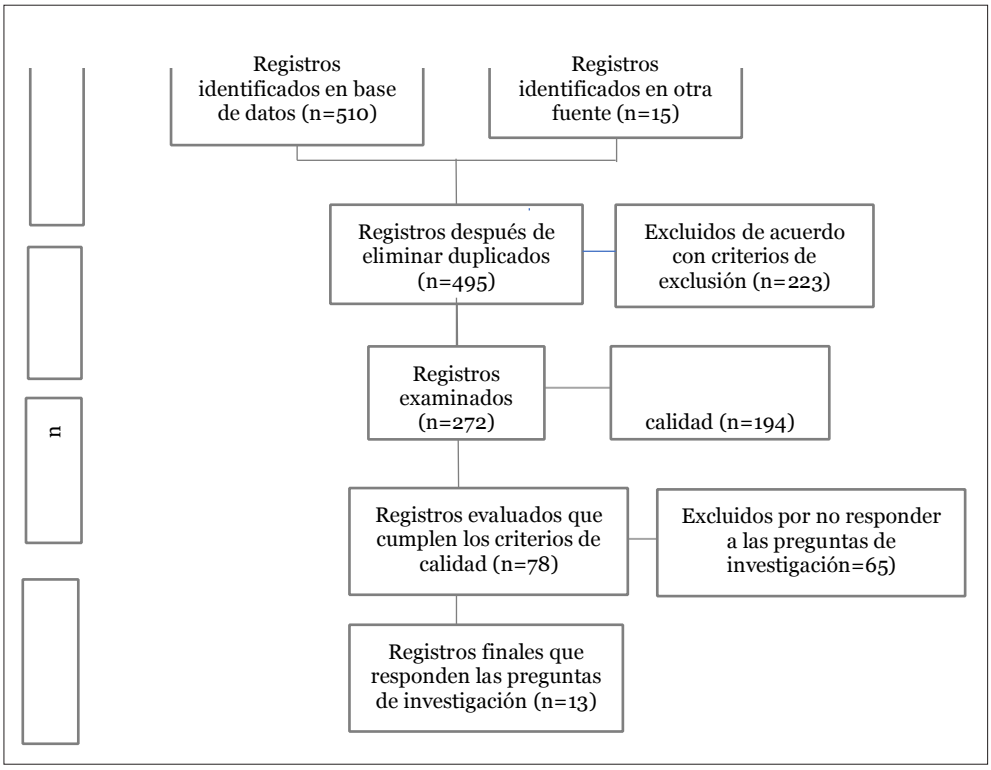


Figura 1 – Selección de estudios

3.5. Evaluación de calidad

Se aplicaron criterios de calidad (QA) los cuales se mencionan a continuación:

QA1. ¿Está claro el propósito del análisis de datos?

QA2. ¿El resumen contiene datos relevantes?

QA3. ¿Los resultados responden a los objetivos propuestos?

3.6. Estrategias de extracción de Datos

Los datos utilizados en esta revisión sistemática se obtuvieron de los 13 estudios (Figura 1) extraídos de las distintas fuentes como Primo Discovery (10 artículos), UIBrepositori (1 artículo), CTXT contexto y acción (1 artículo) y SCOPUS (1 artículo), para la recopilación de información, realización de citas y bibliografía se utilizó el software Zotero (ver el enlace https://n9.cl/zoteroseleccionados).

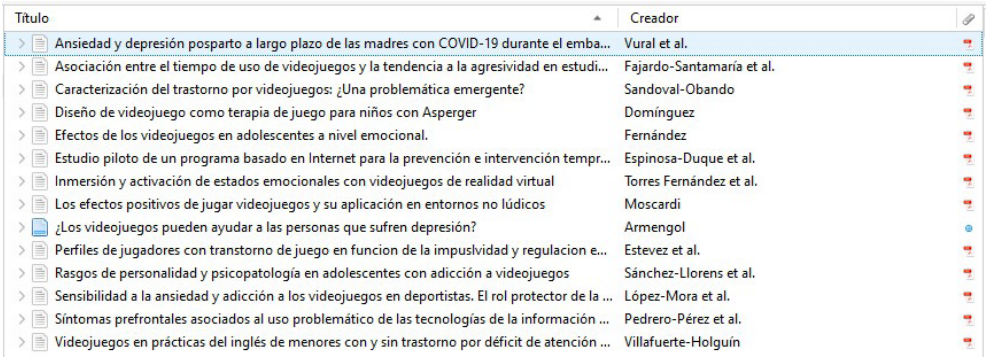


Figura 2 – Artículos seleccionados en Zotero

3.7. Síntesis de Hallazgos

Después de analizar la información de todos los artículos, se seleccionaron algunos datos para responder las preguntas planteadas; se recuperó 7 artículos que dan respuesta a las preguntas PI1, para PI2 - 8 artículos, para PI3 - 5 artículos y para PI4 - 3 artículos.

4. Resultados y Discusiones

RQ1. ¿Qué influencia tiene usar videojuegos para tratar la depresión?

De los 13 artículos revisados para esta investigación, 7 artículos mencionan influencia de los videojuegos en la depresión obteniendo como aspectos positivos de los videojuegos en el tratamiento de la depresión un 71.42% y un 28.58% de aspectos negativos.

Fuente	Cantidad	Porcentaje
Aspectos positivos	*5*	*71.42%*
Aspectos negativos	*2*	*28.58%*
Total	*7*	*100%*

Tabla 2 – Influencia de los videojuegos

A continuación, se mencionan los trabajos más relevantes y que resumen la idea de los 7 artículos seleccionados. Fernández (2019) mostró las dos caras del uso de videojuegos, como aspectos negativos menciona que muchos estudios siempre han relacionado los videojuegos con emociones negativas debido a el tiempo excesivo dedicado que pueden interferir con el estilo de vida de la persona y los juegos más populares son de violencia y de azar, algo importante que menciona es la relación que existe entre la adicción de videojuegos es muy similar con la de adicción sustancias (drogas).

Como aspectos positivos menciona que hay mucha evidencia de los efectos positivos a nivel social, cognitivo y emocional, especialmente en este último debido a que los tratamientos con uso de videojuegos no son invasivos a diferencia de los tratamientos comúnmente aplicado (pastillas), el uso de los videojuegos ayuda a controlar el estado emocional como el efecto de recompensa que tienen, generando satisfacción y alegría en los jugadores.

También Armengol (2019), hizo referencia de los videojuegos serios que son desarrollados con expertos en el tema a tratar, menciona una serie de videojuegos que fueron desarrollados para tratar la depresión, no solo enfocados al entretenimiento como es el caso del juego GRIS, que está basado en un personaje que como su nombre lo dice empieza en atmosfera de escala de grises y conforme el personaje avanza en la historia va descubriendo colores, haciendo referencia a las personas con depresión que ven sin sentido la vida y cómo con el tiempo pueden ir avanzando y mejorando su estilo de vida, dando nuevos enfoques a los pacientes, sobre cómo podrían mejorar .

Así mismo, Moscardi (2020) comentó sobre la existencia de muchos trabajos a cerca de los efectos negativos y nocivos de los videojuegos para la salud, por eso tiene el interés de mostrar los efectos positivos del uso de videojuegos a través de la recolección de varios trabajos y juegos serios diseñados específicamente para tratar temas psicológicos (ansiedad, depresión, TDAH, etc.), como el caso de SPARX un juego desarrollado para personas que sufren depresión leve, Playmancer desarrollado como herramienta de apoyo a la terapia estándar aplicada en personas con adicciones, rehabilitación física, trastornos mentales, entre otros, lo que demuestra el uso positivo y la importancia de seguir con la investigación y desarrollo de videojuegos en el campo de la salud.

RQ2. ¿Qué dispositivos se utilizó más para el uso de los videojuegos?

De los 13 documentos revisados solo 8 hacen referencia a los dispositivos utilizados, donde se encontraron que los más importantes para el uso de videojuegos son los celulares inteligentes (75%), computadoras (12.5%) y consolas (12.5%), se debe tener en cuenta que el uso de los dispositivos varía dependiendo de la gravedad del caso y del tipo de videojuego que se empleara.

Dispositivos	Cantidad	Porcentaje
Celulares inteligentes	*6*	*75%*
Computadoras	*1*	*12.50%*
Consolas	*1*	*12.50%*
Total	*8*	*100%*

Tabla 3 – Dispositivos de videojuego

Como lo menciono Sandoval-Obando (2020), el uso de los celulares inteligentes ha mostrado un gran impacto positivo como estrategia de intervención ante patologías como la depresión y ansiedad, mejorando gradualmente el funcionamiento neurocognitivo y psicosocial de los pacientes, recalca también la importancia de controlar las horas de uso debido a que podría causar una adicción en los pacientes.

Así mismo, Torres *et al.* (2021) mencionaron la importancia de los celulares como herramientas de apoyo, en su investigación utiliza la computadora como herramienta principal para su videojuego, pero resalta la importancia del celular para monitorear la frecuencia cardiaca del paciente.

RQ3. ¿Qué género de videojuego es recomendado para tratar la depresión?

De los artículos revisados 5 hacen mención del género de videojuego, como se observa en la tabla 4 el género de videojuego que más se recomienda es el de Aventura con un 57.1%, luego el Puzzle y Memoria con 28.7% y 14.2% respectivamente.

Género	Cantidad	Porcentaje
Aventura	*4*	*57.1%*
Puzzle	*2*	*28.7%*
Género	**Cantidad**	**Porcentaje**
Memoria	*1*	*14.2%*
Total	*7*	*100%*

Tabla 4 – Género de videojuego

Estos resultados se asemejan a las propuestas de Armengol (2019), quien comentó que el género depende de la gravedad y objetivo del juego, entre los juegos mencionados hay de aventura y de memoria , menciona que lo más importante es realizar un juego que no mortifique al jugador, es decir no debe ser complicado de entender ni complejo, debido a que las personas con depresión pierden el interés muy rápido, entonces el juego debe ser lo más intuitivo posible y con recompensas que fortalezcan la confianza de la persona para motivarla a seguir.

De igual manera Moscardi (2020), en su investigación de distintos videojuegos para el tratamiento de la depresión mencionó al igual que Armengol, que los juegos desarrollados fueron previamente evaluados con expertos en el tema, en el caso de SPARX tiene una temática de aventura en el cual el jugador tiene que ir avanzando y restablecer el equilibrio en el mundo de fantasía.

RQ4. ¿Los videojuegos se pueden usar para tratar la depresión?

De los artículos seleccionados, solo 3 evidenciaron que los videojuegos pueden ser una solución a la depresión leve debido a la relación que existe entre el estímulo que genera los videojuegos en las mismas áreas del cerebro que se ven afectadas por la depresión.

Mencionan	Cantidad	Porcentaje
Si	*3*	*23%*
No	*10*	*67%*
Total	*13*	*100%*

Tabla 5 – Videojuegos como herramienta tratamiento de la depresión

De los datos obtenidos como se mencionó en la anterior pregunta Moscardi (2020) presenta varios videojuegos ya aplicados y con resultados positivos dentro de estos esta SPARX que fue desarrollado para tratar la depresión leve.

Así mismo, Armengol (2019) presenta el videojuego GRIS desarrollado para personas con depresión leve, incluso fue reconocido con el premio ANNIE y también el videojuego Al otro lado, basado en la historia de una persona que no sufre depresión y un fantasma que si lo sufre, la narrativa trata de que la persona ayude al fantasma con las dificultades que le propone el juego, creando empatía y conciencia en la persona que sufre estos síntomas.

5. Conclusiones

En este artículo se muestran los evidencias y conclusión de la revisión sistemática, la influencia de los videojuegos en la depresión, demostrando aspectos positivos que han ido teniendo con el uso de los videojuegos al largo del tiempo así mismo los aspectos negativos, a pesar de que en el año 2022 la Organización Mundial de la Salud declaro que "la adicción a los videojuegos" es una enfermedad mental que es posible diagnosticar y tratar. Por lo cual es importante evidenciar los factores negativos y positivos que se pueden tratar para evitar llegar a una posible adicción, como es el factor tiempo de uso de los videojuegos, es de interés de futuras investigaciones seguir demostrando la importancia que tienen los videojuegos para ayudar al tratamiento de personas con problemas psicológicos, debido a la relación indirecta que tiene el uso de videojuegos con la estimulación del cerebro y aprovechar la didáctica de los juegos dando herramientas a los usuarios de resolver problemas, estimular toma de decisiones, concientizar y empatizar.

Se evidencio que los géneros del videojuego dependen mucho de la problemática del paciente, como se mencionó no todos los casos son iguales y se tienen que tratar de forma específica como el género de aventura para estimular el interés, el sistema de recompensa y la toma de decisiones y los juegos de Puzzle y memoria para la concentración y atención.

Así mismo, los dispositivos de uso dependen de la gravedad del paciente debido a que, en algunos casos, estos no quieren movilizarse o salir de sus habitaciones para lo cual el uso de celulares inteligentes sería lo más adecuado, también es más fácil de llevar a distintos lugares, para que el paciente pueda socializar más, a diferencia de una computadora o consola que obligaría al paciente a estar en un solo lugar.

Finalmente, los resultados evidenciaron que los videojuegos pueden ser usados como herramienta para el tratamiento en personas que sufren de depresión en grado leve, como se menciona son capaces de estimular y generar interés en algo, debido a que las personas con esta enfermedad por lo general no están dispuestas a hacer nada incluso pierden interés en ellas mismas, lo que deja las puertas abiertas a nuevas soluciones o investigaciones en distintos géneros o dispositivos de uso.

Referencias

Agenda País. (2021, enero 21). *Consumo de videojuegos aumentó en un 62% durante la cuarentena*. Agenda País. https://www.elmostrador.cl/agendapais/2021/01/21/consumo-de-videojuegos-aumento-en-un-62-durante-lacuarentena/

Armengol, M. (2019). *¿Los videojuegos pueden ayudar a las personas que sufren depresión?* ctxt.es | Contexto y Acción. http://ctxt.es/es/20191030/Culturas/29202/Mar-Armengol-videojuegosdepresion-adiccion.htm

David, O. A., Predatu, R., & Cardoş, R. A. I. (2021). Effectiveness of the REThink therapeutic online video game in promoting mental health in children and adolescents. *Internet Interventions*, *25*, 100391. https://doi.org/10.1016/j.invent.2021.100391

El Universal. (2021, enero 1). *Videojuegos, oportunidad contra la depresión, según la ciencia*. El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/techbit/videojuegos-contra-ladepresion-segun-la-ciencia/

Fernández, N. O. (2019). *Efectos de los videojuegos en adolescentes a nivel emocional*. https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/150348#:~:text=Los%20resultados%20obtenidos%20indican%20que,adicci%C3%B3n%20a%20ellos%2 00%20a%20sustancias.

Hideyo. (2017, mayo 1). *Prevalencia, causas y tratamiento de la depresión mayor | Pérez-Padilla | REVISTA BIOMÉDICA*. https://www.revistabiomedica.mx/index.php/revbiomed/article/view/557 /590

Kandola, A., nueva, E. a sitio externo E. enlace se abrirá en una ventana, Owen, N., Dunstan, D. W., & Hallgren, M. (2022). Prospective relationships of adolescents screen-based sedentary behaviour with depressive symptoms: The Millennium Cohort Study. *Psychological Medicine*, *52*(15), 3531-3539. https://doi.org/10.1017/S0033291721000258

Moscardi, R. (2020). Los efectos positivos de jugar videojuegos y su aplicación en entornos no lúdicos. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, *110*, 124-144. https://doi.org/10.18682/cdc.vi110.4066

Organización Mundial de la Salud. (2022, marzo 2). *La pandemia de COVID-19 aumenta en un 25% la prevalencia de la ansiedad y la depresión en todo el mundo*. https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-covid-19pandemic-triggers-25-increase-in-prevalence-of-anxiety-and-depressionworldwide

Palaus, M., Marron, E. M., Viejo-Sobera, R., & Redolar-Ripoll, D. (2017). Neural Basis of Video Gaming: A Systematic Review. *Frontiers in Human*

Neuroscience, *11*, 248-248. https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00248 Pardal-Refoyo, J. L., Pardal-Peláez, B., Pardal-Refoyo, J. L., & Pardal-Peláez, B. (2020). Anotaciones para estructurar una revisión sistemática. *Revista ORL*, *11*(2), 155-160. https://doi.org/10.14201/orl.22882

Rivera, E., Torres Cosío, V., Rivera Arteaga, E., & Torres Cosío, V. (2018). Videojuegos y habilidades del pensamiento. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *8*(16), 267-288. https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.341

Ruiz, M., Moreno, M., Girela-Serrano, B., Díaz-Oliván, I., Muñoz, L. J., GonzálezGarrido, C., & Porras-Segovia, A. (2022). Winning The Game Against Depression: A Systematic Review of Video Games for the Treatment of Depressive Disorders. *Current Psychiatry Reports*, *24*(1), 23-35. https://doi.org/10.1007/s11920-022-01314-7

Sandoval-Obando, E. (2020). Caracterización del trastorno por videojuegos: ¿Una problemática emergente? *Pensamiento Psicológico*, *18*(1), 87-102. https://doi.org/10.11144/javerianacali.ppsi18-1.ctvp

Suárez, G. M. (2018). *SISTEMA DE RECOMPENSA DEL CEREBRO Y NEURONAS DEL PLACER*.

Torres, D., Blanca Moya, E., & Pérez Sánchez, R. (2021). Inmersión y activación de estados emocionales con videojuegos de realidad virtual. *Revista de Psicología (Lima, Perú)*, *39*(2), 531-551. https://doi.org/10.18800/psico.202102.002

Urrego-Betancourt, Y., Muñoz, J. A. C., Garavito-Ariza, C. E., & Yáñez-Botello, C. R. (2022). Influencia del bienestar psicológico y subjetivo en el afrontamiento, los hábitos de estudio y uso de TICS en estudiantes universitarios durante la pandemia por COVID-19. *MedUNAB*, *25*(2), Article 2. https://doi.org/10.29375/01237047.4426

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/09/2023
Aceitação/Acceptance: 18/11/2023

Estudio bibliométrico sobre el impacto de la gestión del conocimiento en los negocios

Camila Wong-Torres[1], Doris Hinostroza-Díaz[2], Felipe Yong-Chung[3]

camilawt@gmail.com; raquel.hinostrozad@gmail.com; felipe.yongchung@hotmail.com

[1] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Santiago de surco, 15023, Lima, Perú.

[2] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Santiago de surco, 15023, Lima, Perú.

[3] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Santiago de surco, 15023, Lima, Perú.

Pages: 68-82

Resumen: En este artículo se describen los resultados de una revisión sistemática de la bibliografía que busca identificar los principales impactos de la gestión del conocimiento en los negocios. Para ello, la investigación empleo el método de la teoría del enfoque meta analítico consolidado (TEMAC). Durante la investigación se encuentra que los autores de China e Inglaterra concentran el 47% de las publicaciones relacionadas con el tema de estudio. Asimismo, los hallazgos evidencian de manera contundente los beneficios positivos de una gestión efectiva del conocimiento en los negocios. Se resalta que esta gestión se asocia con el fortalecimiento del capital social, la generación de innovación, la mejora de la eficiencia y el rendimiento organizacional, así como la promoción de la sostenibilidad empresarial. A partir de lo anterior se identifican 3 ejes temáticos principales sobre los impactos de la gestión del conocimiento en los negocios; la innovación; eficiencia y rendimiento; y sostenibilidad.

Palabras-clave: Gestión del Conocimiento, Impacto, Negocios.

Bibliometric study on the impact of knowledge management in business

Abstract: This article describes the results of a systematic review of the bibliography that seeks to identify the main impacts of knowledge management on business. For this, the research used the method of the consolidated meta-analytic approach theory (TEMAC). During the investigation, it was found that authors from China and England concentrate 47% of the publications related to the subject of study. Likewise, the findings provide strong evidence of the positive benefits of effective knowledge management in business. It is highlighted that this management is associated with the strengthening of social capital, the generation of innovation, the improvement of efficiency and organizational performance, as well as the promotion of business sustainability. Based on the above, 3 main thematic axes are identified on the impacts of knowledge management on business; the innovation; efficiency and performance; and sustainability.

Keywords: Knowledge Management, Impact, Business.

1. Introducción

La gestión del conocimiento en las empresas ha despertado un creciente interés entre investigadores y profesionales, quienes estudian el tema desde diversas perspectivas y reconocen su importancia estratégica en el entorno empresarial actual (Pulido y Muñoz, 2020). Para Qandah et al. (2021), en un entorno empresarial altamente competitivo, la capacidad de desarrollar e implementar la innovación de manera exitosa se vuelve crucial para el éxito en el mercado. Según los autores, las empresas requieren capacidades infraestructurales basadas en el conocimiento como requisito previo para desarrollar capacidades dinámicas en este ámbito. Además, destacan que las capacidades de combinar conocimientos desempeñan un papel significativo como mediador entre las capacidades infraestructurales basadas en el conocimiento y la innovación de productos o servicios.

El conocimiento se ha convertido en un recurso valioso que puede generar ventajas diferenciales para las organizaciones en un entorno empresarial. En este sentido, la gestión del conocimiento se ha posicionado como una práctica esencial para el éxito y la supervivencia de las empresas en un contexto cada vez más desafiante y dinámico (Đonlagić y Mešanović, 2022). Según Pulido y Muñoz (2020), la gestión del conocimiento se refiere a la capacidad de una organización para crear, distribuir y generar valor a partir del conocimiento. Esto implica reconocer que el conocimiento es un recurso estratégico que puede brindar a las empresas una ventaja competitiva significativa. Además, la gestión del conocimiento se extiende más allá de la adquisición y conservación de datos. Para Forero et al. (2022), es un proceso integral que abarca toda la organización y se ve influenciado por diversos factores internos y externos, como el contexto, la formación, la experiencia y la interpretación de los individuos que son integrantes de la organización. Estos factores determinan cómo se adquiere, comparte y utiliza el conocimiento dentro de la organización, impactando en su capacidad de adaptación, aprendizaje y toma de decisiones. Asimismo, se encuentra una estrecha relación entre la gestión del conocimiento y el fortalecimiento de los procesos, los procedimientos, los equipos de trabajo y los colaboradores de una compañía, como señala Forero et al. (2022), la implementación de prácticas y estrategias que promuevan una gestión adecuada del conocimiento puede potenciar la eficiencia, la calidad y la innovación en las empresas. Otro aspecto a destacar es lo que explica Yong-Chung et al. (2023) sobre el conocimiento que se puede obtener a través del aprendizaje informal, el mismo que puede ser significativo y mejorar el desempeño de los colaboradores. Los autores señalan que para ello el uso de las tecnologías como la realidad aumentada y los simuladores de juegos virtuales son esenciales.

Como se muestra en los párrafos anteriores, los impactos de la gestión del conocimiento son diversos, por ello este artículo de investigación se centrará en analizar y comprender la influencia de la gestión del conocimiento en los negocios, proponiendo la subsiguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de la gestión del conocimiento en los negocios? Con el objetivo de abordar la pregunta de investigación, el presente artículo de investigación tiene como propósito identificar los principales impactos de la gestión del conocimiento en el ámbito empresarial, a decir, de las últimas investigaciones.

El presente artículo está estructurado en cuatro secciones principales. En la presente introducción, se contextualiza el estudio y se resaltan los desafíos que enfrentan las organizaciones en un entorno empresarial altamente competitivo, enfatizando la importancia de la gestión del conocimiento como factor clave en el impacto de las empresas. La metodología describe el diseño de investigación utilizado, los términos de la investigación y la herramienta de recopilación de información. En los resultados, se presentan los principales descubrimientos obtenidos durante la investigación. Finalmente, en las conclusiones, se sintetizan los resultados y recomendaciones.

2. Metodología

El presente artículo realiza una revisión exhaustiva de la literatura sobre el impacto de la gestión del conocimiento en los negocios. Para llevar a cabo esta revisión, se usó la base de datos Web of Science (WOS). En este contexto, el objetivo de la revisión de la literatura es dar a conocer las características fundamentales de los estudios previos relacionados con el tema de investigación, así como las tendencias actuales sobre dicho tema. Esta aproximación permite que se resuman los principales hallazgos de estudios previos sobre el tema a tratar y, además, se busca identificar cualquier nueva dirección o enfoque relevante en la investigación sobre este tema. Al establecerse un sólido marco de conocimiento a partir de la revisión de la literatura, se sienta la base para el desarrollo de nuevas investigaciones y se contribuye al avance en esta área.

Para ello, la metodología utilizada en esta revisión se basa en la teoría del enfoque meta analítico consolidado (TEMAC) propuesto por Mariano y Rocha Santos en su estudio publicado en el año 2017. TEMAC es un proceso de tres etapas que se detallan a continuación.

2.1. Preparación de la investigación

En esta primera etapa, se establecen los parámetros claves para la recopilación de datos. En este sentido, se definen las palabras clave relevantes, el período de tiempo de interés y las bases de datos apropiadas para la extracción de la información. Para garantizar una selección precisa de términos, se lleva a cabo una exploración exhaustiva en la plataforma de indexación de publicaciones científicas conocidas como Web of Science (WOS). Según Cortés (2008), esta herramienta reconocida desempeña un papel fundamental al orientar los esfuerzos de investigación, identificar tendencias relevantes y monitorear el progreso científico. Posteriormente, se eligen con cuidado los términos más adecuados para la investigación, que en este caso son “knowledge management”, “business” e “impact”. Los registros publicados sobre el tema de interés abarcan un período desde el año 2001 hasta el año 2023, e incluyen áreas temáticas relevantes como la gestión del conocimiento, la creatividad, sustentabilidad y desempeño en las organizaciones.

2.2. Presentación de los datos interrelacionados

Durante esta etapa de la investigación, se lleva a cabo un análisis detallado de los datos recopilados a través del estudio bibliométrico realizado en la fase inicial. Para tal fin, se establecen conexiones y se exploran las interrelaciones entre los diferentes conjuntos de datos con el objetivo de obtener una visión más completa de la situación presentada

en las publicaciones relevantes. Para lograrlo, se han aplicado criterios específicos que abarcan diversos aspectos, como el análisis de la cantidad de publicaciones por año, la identificación de los países con una mayor actividad investigadora, la comparación entre los investigadores con mayor producción académica y los más referenciados, y el análisis de las categorías con mayor cantidad de publicaciones. A través de este análisis interrelacionado, se busca obtener una perspectiva más completa y enriquecedora sobre las investigaciones realizadas en relación al tema de estudio.

2.3. Descripción del modelo integrador y la validación basada en evidencia

Durante esta fase de la investigación, se realiza un minucioso análisis de los datos recopilados de las fuentes seleccionadas. El objetivo principal es identificar los temas centrales y construir una perspectiva general que refleje el conocimiento publicado actualmente. Para llevar a cabo esta evaluación, se emplea el software VOSViewer versión 1.6.18, una herramienta desarrollada por reconocidos expertos en el campo, como son Nees Jan van Eck y Ludo Waltman. Este software es una herramienta informática invaluable que permite construir y visualizar mapas bibliométricos, facilitando la identificación de tendencias relevantes, áreas temáticas de mayor importancia, investigadores destacados y colaboraciones en la literatura científica. El uso de esta herramienta contribuye significativamente a comprender el panorama de investigación en diversos campos científicos (Eck & Waltman, 2010). En esta etapa, se ha decidido utilizar el enfoque analítico del acoplamiento bibliográfico, esta es una metodología empleada en la investigación científica para analizar las relaciones entre los documentos científicos a través de las citas bibliográficas que estos contienen. Básicamente, implica examinar las referencias bibliográficas mencionadas en un artículo o documento científico y analizar las conexiones existentes entre ellos. Este enfoque facilita la identificación de las tendencias de investigación y las áreas de interés en un campo científico. Al examinar las citas entre los documentos, se pueden identificar los temas y las líneas de investigación más influyentes y emergentes (Kessler, 1963).

3. Resultados

La metodología TEMAC inicia con la fase de preparación de la investigación, la cual engloba la búsqueda sistemática y organizada de fuentes relevantes al tema de estudio. Durante esta etapa, se realizó un análisis exploratorio en la base de datos Web of Science (WOS) para seleccionar los términos más adecuados para la investigación. Los términos que se eligieron fueron “Knowledge management”, “business” e “impact”, mientras que se excluyó el término “Big data”. Utilizando estos términos, se identificaron un total de 1,686 publicaciones.

Posteriormente, se aplicaron filtros rápidos con el fin de delimitar y refinar los artículos que sean relevantes para responder la pregunta de investigación. Estos filtros incluyen el acceso abierto, los años de publicación entre 2019 y 2023, y tipo de documento, que fueron artículos de investigación. Además, se aplicó un criterio adicional durante la búsqueda de información científica basada en temas de citas en un nivel más específico, conocido como citas tipo micro. Estas citas se centraron en categorías clave como

"Knowledge Management", "Corporate Social Responsibility", "Intellectual Capital", "Job Satisfaction", "Customer Satisfaction", "Entrepreneurship", "Tourism", "Sharing Economy", "Supply Chain" y "Communication". Como resultado de la aplicación de estos filtros, el número de publicaciones se redujo a 244 artículos. El estudio se basa en el análisis y revisión de estas publicaciones.

Publicaciones por año

Para dar inicio a la segunda fase de la metodología TEMAC, se procede con la presentación de los datos y sus interrelaciones. En esta sección, la Figura 1 ilustra la evolución del número de publicaciones por año, desde 2001, cuando se registró la primera publicación, hasta 2022. La figura incluye una línea de tendencia, que se ajusta bien a un polinomio cuadrático con un coeficiente de determinación (R2) de 0.9356, indicando una tendencia creciente significativa en el número de publicaciones sobre el tema específico.

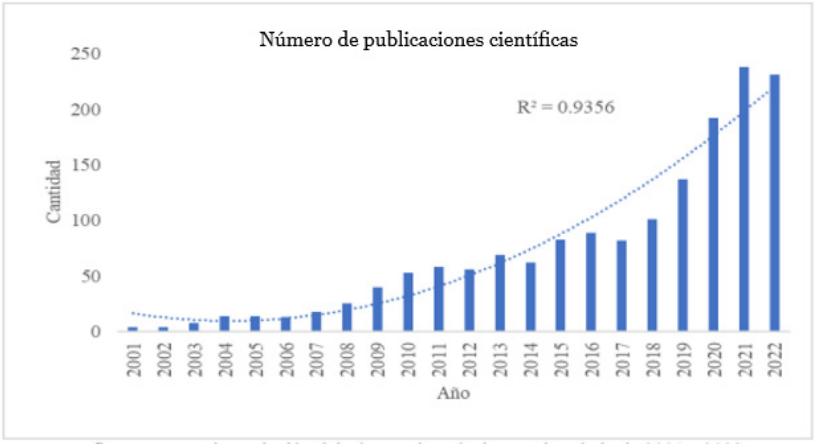


Figura 1 – Evolución del número de publicaciones por año, solo artículos de investigación.

En la misma Figura 1 se puede observar que las publicaciones muestran un especial crecimiento a partir del año 2019 y continua en los años siguientes para mantener un nivel promedio a partir del año 2022.

3.1. Publicaciones por categorías

En relación con las categorías con mayor cantidad de publicaciones, se analizaron las 10 principales categorías con mayor número de artículos. Según se muestra en la Figura 2, se observa que la categoría más estudiada es *Management*, con 89 artículos, representando el 35% del total de publicaciones. Asimismo, se destacan las categorías E*nvironmental Sciences, Green Sustainable Science Technology y Environmental Studies*, cada una con más de 70 artículos.

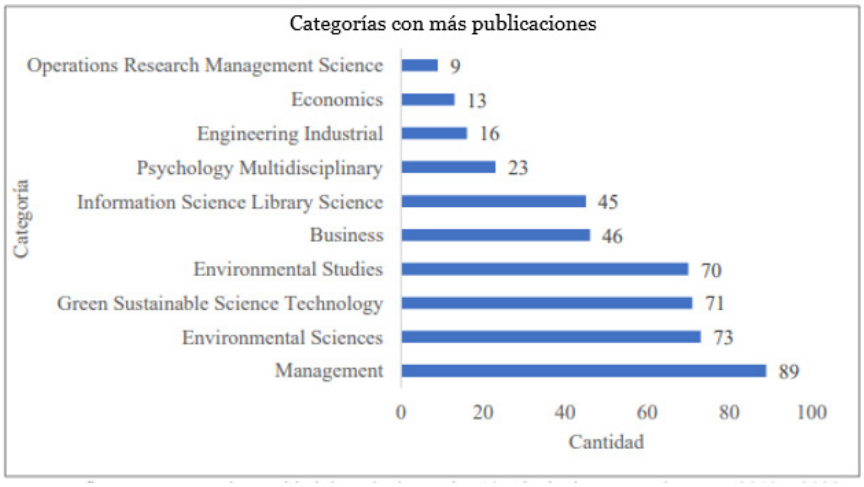


Figura 2 – Artículos en las 10 principales categorías entre 2019 y 2023 en WOS.

Además, de las categorías mencionadas anteriormente, en la Figura 2, también se observan publicaciones en las categorías de *"Business"* y "*Information Science"*.

3.2. Publicaciones por países

En relación con el análisis por países, se encuentra un total de 73 naciones que han contribuido con publicaciones relacionadas al tema de investigación. Destacando con gran prominencia China, nación que encabeza la lista como el país con la mayor cantidad de publicaciones, sumando un total de 62 trabajos. Le siguen a continuación Inglaterra y España, con 52 y 31 publicaciones respectivamente. La Figura 3 proporciona un detalle visual de esta distribución por país.

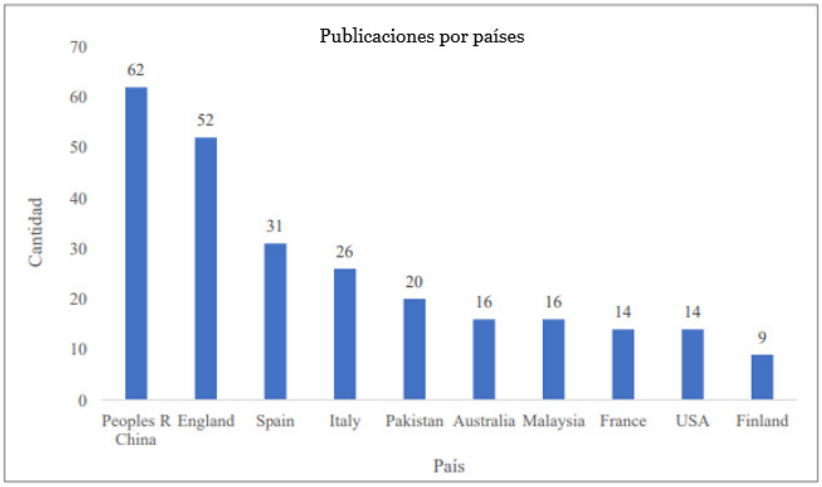


Figura 3 – Número de publicaciones por países, solo artículos de investigación

En la Figura 3, también se puede apreciar a otros países interesados en el tema de investigación, como son; Italia, Pakistán, Australia, Malasia, Francia, Estados Unidos y Finlandia.

3.3. Número de artículos publicados por autores

En este apartado se examinan los investigadores que han contribuido con un mayor número de publicaciones en el ámbito de estudio. La base de datos de Web of Science incluye 244 publicaciones y 3,545 citas en total. La Tabla 1 muestra el ranking de los 10 autores con más publicaciones y la cantidad de citas de sus artículos de investigación.

Autores	N° de publicaciones	%	N° de citas	%
Dimovski V.	6	2%	39	1%
Garcia-perez A.	5	2%	139	4%
Raudeliuniene J.	5	2%	51	1%
Syed N.	5	2%	43	1%
Ashraf S.F.	4	2%	40	1%
Cegarra-navarro J.G.	4	2%	29	1%
Colnar S.	4	2%	24	1%
Bratianu C.	3	2%	37	1%
Bresciani S.	3	2%	65	2%
Del Giudice M.	3	2%	76	2%

Tabla 1 – Publicaciones y citas por autor

En la Tabla 1, se puede observar que Dimovski, V., es uno de los autores con más artículos, sin embargo, representa sólo el 1% del total de citas. En cambio, García-Pérez A. destaca como un investigador influyente con más de 130 citas, seguido por Del Giudice, M. y Bresciani, S., con 76 y 65 citas respectivamente. Estos tres investigadores destacados representan una proporción significativa, superando el 6% del total de citas en el campo de estudio relacionado con la gestión del conocimiento. En primer lugar, se tiene a Dimovski, V. cuyos estudios abarcan diversos temas relacionados con la gestión del conocimiento y la sostenibilidad en diferentes campos. Sus investigaciones se centran en la gestión del conocimiento en el trabajo social, proponiendo modelos y políticas para abordar la escasez de trabajadores sociales y mejorar la calidad de los servicios sociales. Además, sus trabajos analizan el impacto de la transferencia de conocimiento, la estructura organizativa y la confianza en la calidad de los servicios de atención médica, así como el papel de las tecnologías de comunicación de información en la mejora de los servicios de salud. Luego se tiene a García-Pérez, A., sus estudios se centran en la gestión del conocimiento, la innovación y la competitividad en diversos contextos empresariales. Sus artículos resaltan la importancia de la gestión del conocimiento en el desempeño económico, exploran la relación entre los datos de redes sociales y la capacidad de innovación, abordan la gestión del conocimiento en arreglos interorganizacionales y analizan la incorporación del conocimiento verde de los clientes en la innovación sostenible en la industria textil. Estos artículos ofrecen una visión amplia y diversa de

la aplicación de la gestión del conocimiento, abordando distintos enfoques y contextos empresariales.

3.4. Artículos más citados

En este apartado se presentan los artículos más citados de un total de 244 publicaciones analizadas. " Mejorar el rendimiento de la innovación a través de la adquisición de conocimientos: El papel moderador de la retención de empleados y las prácticas de gestión de recursos humanos" encabeza la lista con 189 citas, seguida por " El papel mediador de la aplicación del conocimiento en la relación entre las prácticas de gestión del conocimiento y la innovación empresarial" con 132 citas. En la Tabla 2 se muestra el detalle de los artículos de investigación mencionados.

Nº	Título del artículo	Autores	Total de citas
1	Mejorar el rendimiento de la innovación a través de la adquisición de conocimientos: El papel moderador de la retención de empleados y las prácticas de gestión de recursos humanos	Papa, Armando; Dezi, Luca; Gregori, Gian Luca; Mueller, Jens; Miglietta, Nicola	189
2	El papel mediador de la aplicación del conocimiento en la relación entre las prácticas de gestión del conocimiento y la innovación empresarial	Ode, Egena; Ayavoo, Rajenthyran	132
3	Beneficios de la información en las redes sociales, gestión del conocimiento y organizaciones inteligentes	Nisar, Tahir M.; Prabhakar, Guru; Strakova, Lubica	125
4	Capacidades de gestión del conocimiento y asunción de riesgos organizativos para la innovación del modelo empresarial en las PYME	Hock-Doepgen, Marianne; Clauss, Thomas; Kraus, Sascha; Cheng, Cheng-Feng	112
5	Percepción de los empleados del impacto de los procesos de gestión del conocimiento en el rendimiento del sector público	Al Ahbabi, Sultan Ali; Singh, Sanjay Kumar; Balasubramanian, Sreejith; Gaur, Sanjaya Singh	94

Tabla 2 – Número de artículos más citados

La Tabla 2 presenta el ranking de los cinco artículos más citados en los últimos cinco años que incluyen a la gestión del conocimiento y la innovación como su tema principal. Esta lista representa solo el 18% del total de citas, lo que demuestra la relevancia y el impacto de estos artículos en el campo de investigación. Para Papa et al. (2020), la gestión del conocimiento tiene un impacto positivo en los negocios al mejorar el rendimiento de la innovación. Además, la adquisición de conocimientos, tanto internos como externos, desempeñan un papel crucial en impulsar la innovación dentro de las empresas. Asimismo, según Ode y Ayavoo (2020), las prácticas de gestión del conocimiento, como la generación, difusión y aplicación del conocimiento contribuyen directa e indirectamente a la innovación empresarial. La aplicación del conocimiento juega un papel crucial al mediar la relación entre estas prácticas y la innovación. Por otro lado, Nisar et al. (2019), descubrieron que existe una relación positiva entre la gestión del conocimiento en el

ámbito empresarial y el desempeño organizacional, especialmente cuando se promueve la participación en redes sociales. Además, los sistemas de gestión del conocimiento, como los Grupos de Discusión basados en Comunidades de Práctica (KMDG, por sus siglas en inglés), mejoran el entorno para compartir conocimientos. Según Hock-Doepgen et al. (2021), las capacidades de gestión del conocimiento, tanto internas como externas, tienen un impacto significativo en la innovación del modelo de negocio (BMI, por sus siglas en inglés) de las empresas. Las capacidades externas estimulan el BMI, mientras que las capacidades internas son efectivas en empresas con una baja tolerancia al riesgo. Finalmente, Al Ahbabi et al. (2019), afirman que el impacto de la gestión del conocimiento es positivo y prometedor en los negocios. Según los autores los procesos de gestión del conocimiento influyen positivamente en el rendimiento innovador, de calidad y operativo, demostrando su capacidad para mejorar los resultados en sectores privados y públicos.

3.5. Análisis de Acoplamiento Bibliográfico

Para iniciar con la tercera etapa de la metodología TEMAC, se realiza un análisis de acoplamiento bibliográfico de los artículos publicados en los últimos cinco años (2019 hasta 2023). Para Kessler (1963), el acoplamiento bibliográfico es una metodología utilizada en la investigación científica para examinar las relaciones entre los documentos científicos a través de las citas bibliográficas. Además, este enfoque permite identificar las tendencias de investigación, áreas de interés en un campo científico, así como las líneas de investigación más influyentes y emergentes. La Figura 4 muestra las relaciones entre los autores a través de un mapa de densidad, revelando la interacción y colaboración entre ellos.

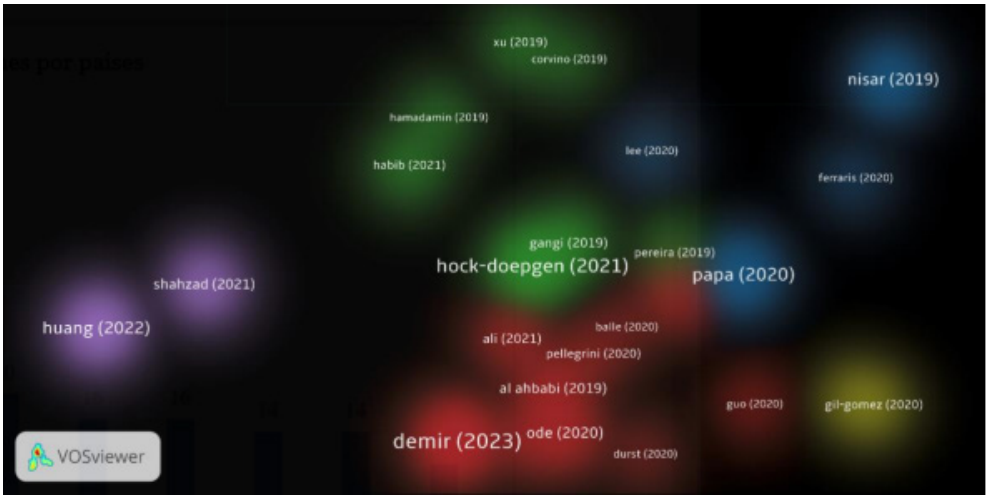


Figura 4 – Exploración visual de los autores más citados mediante un mapa de calor

En la Figura 4, también se puede apreciar la existencia de hasta cinco grupos de autores interrelacionados durante los últimos cinco años. Por otro lado, se presenta en la Figura

5 el análisis de acoplamiento bibliográfico, representado mediante un mapa de redes que muestra las interconexiones entre los autores citados.

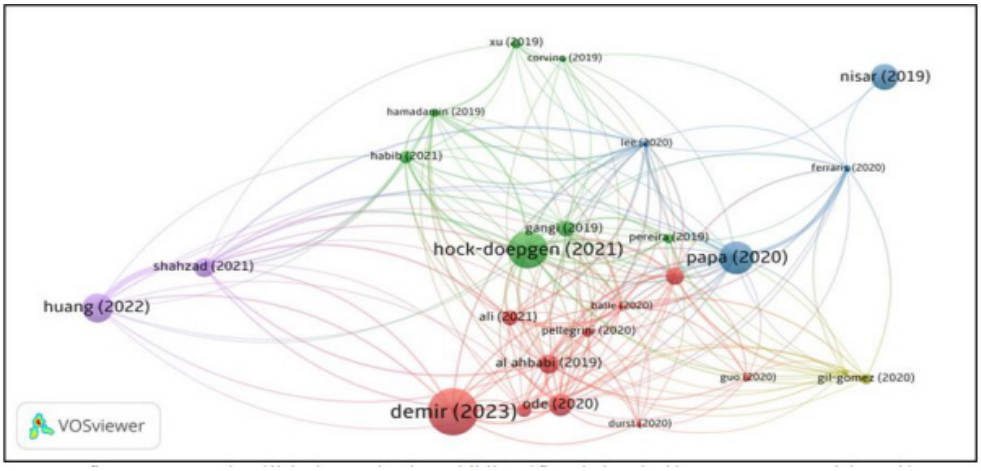


Figura 5 – Mapa de conexiones entre los autores más citados

Basándonos en el análisis del mapa de redes presentado en la Figura 5, se puede observar que todos los autores y sus investigaciones están interconectados. A continuación, se hace una discusión sobre las principales posturas de los autores de cada grupo.

3.5.1. Innovación

El primer grupo de autores se enfoca en la gestión del conocimiento como factor clave en la estimulación de la generación de innovación empresarial. Para Xu et al. (2019), se puede fortalecer el capital social mediante la implementación de estrategias de conocimiento, sistemas de información, la capacitación de empleados y la promoción de una cultura corporativa que fomente la innovación. Según, Papa et al. (2020), la adquisición de conocimientos tiene un efecto positivo y significativo en el rendimiento de la innovación y, lo que es más importante, en la retención de los empleados y las prácticas de gestión de recursos humanos. Además, Huang et al. (2022), sostienen que el control de información influye en la innovación digital verde de las organizaciones. A su vez, Ferraris et al. (2020), indican que hay una relación curvilínea entre el suministro de conocimiento externo y el rendimiento en materia de innovación. Un nivel adecuado de suministro de conocimiento externo beneficia la innovación, pero un exceso puede tener efectos negativos. Además, Ode y Ayavoo (2020), indican que la gestión del conocimiento impulsa la innovación empresarial a través de la generación, almacenamiento y aplicación del conocimiento. También, Hock-Doepgen et al. (2021), señalan que las capacidades externas de gestión del conocimiento, como adquirir y aplicar conocimientos externos, son esenciales para la innovación en el ámbito de negocio de las pymes.

3.5.2. Eficiencia y rendimiento

El segundo grupo de autores aborda la gestión del conocimiento y su impacto en la eficiencia y rendimiento de las organizaciones. De acuerdo con Balle et al. (2020), el intercambio de conocimientos es crucial en los negocios, facilitando la transferencia de información y mejorando la capacidad de absorción. Esto tiene un impacto positivo en las organizaciones al mejorar su rendimiento y eficiencia. Para Al Ahbabi et al. (2019), los procesos de la gestión del conocimiento, como la creación, captura y almacenamiento, compartir, aplicación y uso del conocimiento, tienen un efecto positivo y significativo en el desempeño operativo, la calidad y la innovación del sector público. Según Gil-Gomez et al. (2020), la gestión del conocimiento del cliente a través de la gestión de relaciones con el cliente (CRM, por sus siglas en inglés) tiene un impacto positivo en el negocio al mejorar la estrategia de marketing, el servicio al cliente y el desarrollo de capacidades eficientes, lo que a su vez aumenta la lealtad del cliente. Además, Guo et al. (2020), señalan que la gestión del conocimiento en los negocios tiene un impacto positivo al facilitar la transferencia efectiva de conocimientos dentro y fuera de las organizaciones multinacionales. Según Nissar et al. (2019), la gestión del conocimiento y la toma de decisiones se asocian positivamente con la productividad organizacional, medida por la productividad laboral. Por su parte, Ali et al. (2021), explican que la gestión del conocimiento en los negocios tiene un impacto significativo en el intercambio y aprovechamiento del conocimiento, promoviendo un entorno seguro y propicio para potenciar los resultados y la innovación empresarial. En el caso de Pereira et al. (2019), concluyen que la gestión del conocimiento tiene un impacto positivo en el rendimiento tecnológico de las empresas emergentes. La inversión en conocimiento y aprendizaje organizacional se traduce en mejores resultados tecnológicos en los negocios. Finalmente, Corvino et al. (2019), indican que la gestión del conocimiento y las relaciones empresariales desempeñan un papel crucial en el logro de un rendimiento empresarial exitoso.

3.5.3. Sostenibilidad

El tercer grupo de autores aborda la gestión del conocimiento y su impacto en la sostenibilidad organizacional. Según, Gangi et al. (2019), la gestión del conocimiento influye positivamente en la responsabilidad social corporativa (RSC, por sus siglas en inglés) de los bancos europeos, relacionándose con un mejor desempeño ciudadano y financiero. Por su lado, Hamadamin y Atan (2019), señalan que la gestión del conocimiento y el desarrollo del capital humano son factores clave para lograr y mantener ventajas competitivas sostenibles en las instituciones académicas. Además, Durst y Zieba (2020), señalan que la gestión del conocimiento en los negocios tiene un impacto positivo al evitar riesgos, mejorar la comunicación, apoyar la sostenibilidad ambiental y promover una producción eficiente. Asimismo, Shahzad et al. (2021), destacan que las dimensiones del proceso de gestión del conocimiento (KMP, por sus siglas en inglés) como la adquisición, difusión y aplicación mejoran significativamente las dimensiones de las prácticas de desarrollo sostenible (PDS, por sus siglas en inglés) a nivel ambiental, económico y social. Por su parte, Habib et al. (2021), explican que

la gestión del conocimiento impacta positivamente en el desempeño empresarial sostenible, influyendo en la adopción de prácticas de gestión de la cadena de suministro verde a través de la orientación al mercado, generando beneficios económicos y ambientales significativos. Finalmente, Demir et al. (2023), enfatizan que la gestión del conocimiento tiene un impacto significativo en la sostenibilidad organizacional, destacando la importancia del almacenamiento eficiente del conocimiento.

4. Conclusiones

En esta investigación se pueden evidenciar tres grupos principales de autores y sus perspectivas sobre la gestión del conocimiento. En el ámbito de la innovación, se destaca la importancia de fortalecer el capital social, adquirir conocimientos, gestionar información y aplicar el conocimiento externo de manera adecuada. En cuanto a la eficiencia y rendimiento, se evidencia la relevancia del intercambio de conocimientos, la gestión del conocimiento del cliente, la confianza y la toma de decisiones. En lo que respecta a la sostenibilidad, se resalta la influencia positiva de la gestión del conocimiento en la responsabilidad social corporativa, el desarrollo del capital humano y la promoción de prácticas sostenibles.

En conclusión, los estudios revisados proporcionan evidencia sólida sobre el impacto positivo de la gestión del conocimiento en los negocios. La correcta gestión del conocimiento se relaciona con el fortalecimiento del capital social, la generación de innovación, el aumento de la eficiencia y el rendimiento organizacional, así como la promoción de la sostenibilidad empresarial. Dos interrogantes para considerar son: ¿Cómo potenciar la gestión del conocimiento para obtener el máximo rendimiento en la generación de innovación y minimizar los posibles efectos negativos del suministro excesivo de conocimiento externo?, y ¿Cómo implementar estrategias efectivas de gestión del conocimiento que promuevan la sostenibilidad económica, ambiental y social en las organizaciones? Responder a estas interrogantes permitiría desarrollar enfoques más efectivos y sostenibles en el aprovechamiento del conocimiento en el sector empresarial.

Finalmente, el presente estudio presenta limitaciones; la interpretación de los datos sobre los países/regiones en los que se ha publicado sobre la gestión del conocimiento se basa en la nacionalidad del autor, lo cual no siempre refleja la ubicación geográfica de la investigación. Por otro lado, el presente estudio se basa en las fuentes seleccionadas solo de la base de datos de Web of Science.

Referencias

Al Ahbabi, S.A., Singh, S. K., Balasubramanian, S., & Gaur, S. S. (2019). Employee perception of impact of knowledge management processes on public sector performance. Journal of Knowledge Management, 23(2), 351-373. https://doi.org/10.1108/JKM-08-2017-0348

Ali, M., Ali, I., Albort-Morant, G., & Leal-Rodriguez, A. L. (2021). How do job insecurity and perceived well-being affect expatriate employees' willingness to share or hide knowledge? International Entrepreneurship and Management Journal, 17(1), 185-210. https://doi.org/10.1007/s11365-020-00638-1

Balle, A. R., Oliveira, M., & Marques, C. M. (2020). Knowledge sharing and absorptive capacity: interdependency and complementarity. Journal of Knowledge Management, 24(8), 1943-1964. https://doi.org/10.1108/JKM-12-2019-0686

Cortés, J. (2008). Web of Science: termómetro de la producción internacional de conocimiento: Ventajas y limitaciones. CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, ISSN 2007-0411, Nº. 29, 2008, pags. 5-15.

Corvino, A., Caputo, F., Pironti, M., Doni, F., & Bianchi, S. (2019). The moderating effect of firm size on relational capital and firm performance: Evidence from Europe. [RC and firm performance] Journal of Intellectual Capital, 20(4), 510- 532. https://doi.org/10.1108/JIC-03-2019-0044

Demir, A., Budur, T., Omer, H., & Heshmati, A. (2023). Links between knowledge management and organisational sustainability: does the ISO 9001 certification have an effect? Knowledge Management Research & Practice, 21(1), 183-196. https://doi.org/10.1080/14778238.2020.1860663

Đonlagić, S., & Mešanović, M. (2022). Knowledge management implications to the financial performance: A survey analysis. Management, 27 (2), 247-260. https://doi.org/10.30924/mjcmi.27.2.13

Durst, S., & Zieba, M. (2020). Knowledge risks inherent in business sustainability. Journal of Cleaner Producction, 251, 119670. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119670

Ferraris, A., Bogers, M. L., & Bresciani, S. (2020). Subsidiary innovation performance: Balancing external knowledge sources and internal embeddedness. Journal of International Management, 26(4), 100794. https://doi.org/10.1016/j.intman.2020.100794

Forero, L. J., Ramírez, D. C., & Polo, N. V. (2022). Gestión del conocimiento en el sector público: propuesta de caja de herramientas. SIGNOS - Investigación En Sistemas De gestión, 14(2). https://doi.org/10.15332/24631140.7799

Gangi, F., Mustilli, M., & Varrone, N. (2019). The impact of corporate social responsibility (CSR) knowledge on corporate financial performance: evidence from the European banking industry. Journal of Knowledge Management, 23(1), 110-134. https://doi.org/10.1108/JKM-04-2018-0267

Gil-Gomez, H., Guerola-Navarro, V., Oltra-Badenes, R., & Lozano-Quilis, J. A. (2020). Customer relationship management: digital transformation and sustainable business model innovation: Znanstveno-Strucni Casopis. Ekonomska Istrazivanja, 33(1), 2733-2750. https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1676283

Guo, Y., Jasovska, P., Hussain, G. R., & Rose, E. L. (2020). Global mobility of professionals and the transfer of tacit knowledge in multinational service firms. Journal of Knowledge Management, 24(3), 553-567. https://doi.org/10.1108/JKM-09-2017-0399

Habib, Md. A., Bao, Y., Nabi, N., Dulal, M., Asha, A. A., & Islam, M. (2021). Impact of Strategic Orientations on the Implementation of Green Supply Chain Management Practices and Sustainable Firm Performance. (2021). Sustainability, 13(1), 340. https://doi.org/10.3390/su13010340

Hamadamin, H., & Atan, T. (2019). The Impact of Strategic Human Resource Management Practices on Competitive Advantage Sustainability: The Mediation of Human Capital Development and Employee Commitment. Sustainability, 11(20), 5782. https://doi.org/10.3390/su11205782

Hock-Doepgen, M., Clauss, T., Kraus, S., & Cheng, C. F. (2021). Knowledge management capabilities and organizational risk-taking for business model innovation in SMEs. Journal of Business Research, Vol. 130, pp. 683-697. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.12.001

Huang, W., Chau, K. Y., Kit, I. Y., Nureen, N., Irfan, M., & Dilanchiev, A. (2022) Relating Sustainable Business Development Practices and Information Management in Promoting Digital Green Innovation: Evidence From China. Front. Psychol. 13:930138. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.930138

Kessler, M. M. (1963). Bibliographic coupling between scientific papers. Journal of the Association for Information Science and Technology, 14(1), 10-25. DOI: 10.1002/asi.5090140103

Mariano, A. M., & Rocha Santos, M. (2017). Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. XXVI Congreso Internacional de La Academia Europea de Dirección y Economía de La Empresa (AEDEM), 26(September), 427–443.

Nisar, T. M., Prabhakar, G., & Strakova, L. (2019). Social media information benefits, knowledge management and smart organizations. Journal of Business Research, Vol. 94, pp. 264-272. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.05.005

Ode, E., & Ayavoo, R. (2020). The mediating role of knowledge application in the relationship between knowledge management practices and firm innovation. Journal of Innovation & Knowledge, 5, 210–218. https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.08.002

Papa, A., Dezi, L., Gregori, G. L., Mueller, J., & Miglietta, N. (2020). Improving innovation performance through knowledge acquisition: the moderating role of employee retention and human resource management practices. Journal of Knowledge Management, 24(3), 589-605. https://doi.org/10.1108/JKM-09-2017-0391

Pereira, V., Mellahi, K., Temouri, Y., Patnaik, S., & Roohanifar, M. (2019). Investigating dynamic capabilities, agility and knowledge management within EMNEs-longitudinal evidence from Europe. Journal of Knowledge Management, 23(9), 1708-1728. https://doi.org/10.1108/JKM-06-2018-0391

Pulido, J. S., & Andrés, F. A. (2020). Gestión Del Conocimiento, Factor Crítico De Éxito en El Desempeño Organizacional. Revista Criterio Libre, 18(33), 131–149. https://doi.upc.elogim.com/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2020v18n33.7535

Qandah, R., Suifan, T. S., Masa'deh, R. E., & Obeidat, B. Y. (2021). The impact of knowledge management capabilities on innovation in entrepreneurial companies in Jordan. International Journal of Organizational Analysis, 29(4), 989-1014. DOI 10.1108/IJOA-06-2020-2246

Shahzad, M., Qu, Y., Zafar, A. U., & Appolloni, A. (2021). Does the interaction between the knowledge management process and sustainable development practices boost corporate green innovation? Business Strategy and the environment, 30(8), 4206-4222. https://doi.org/10.1002/bse.2865

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Encuesta de software: VOSviewer, un programa informático para el mapeo bibliométrico. Cienciometría 84, 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Xu, J., Shang, Y., Yu, W., & Liu, F. (2019). Intellectual Capital, Technological Innovation and Firm Performance: Evidence from China's Manufacturing Sector. Sustainability, 11(19), 5328. https://doi.org/10.3390/su11195328

Yong-Chug, F., Melo Mariano, A., Marin Cahuana, R., & Pozo Curo, C. (2023). Revisión de la Investigación Científica en Aprendizaje Informal Usando Tecnologías de información y Comunicación en la Educación: Un Análisis Bibliométrico. *Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao,* 2023(60), 309-323. http://www.scopus.com/inward/record.url?partnerID=HzOxMe3b&scp=85169419191&origin=inward

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 05/07/2023
Aceitação/Acceptance: 09/10/2023

Etnomatemática: control del tiempo en la cultura Aimara, Tacna - Perú, 2022

Mamani-Aguilar Oscar[1], Laura-De la Cruz Kevin Mario[2], Yucra-Yucra Francisca Elena[3], Mamani-Yucra Edwin Oscar[4], Coaquira-Mamani Claudia Mabel[5], Bahamondes-Rosado María Emilia[6], Ballon-Bahamondes Roberto Daniel[7]

omamania@unjbg,edu.pe; kevlaura@upt.pe; franciscayucra@uniq.edu.pe; edwinmy2111@gmail.com; claudiamabel.cm90@gmail.com; mariaemilia.bahamondes@epnewman.edu.pe; rodaba3@gmail.com

[1,4,5] Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

[2] Universidad Privada de Tacna

[3] Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba

[6] Escuela de Posgrado Newman

[7] Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Pages: 83-91

Resumen: El presente artículo de investigación es un trabajo de carácter descriptivo cualitativo que describe el control del tiempo en la cultura aimara a través de elementos culturales propios, como el comportamiento de animales, astros y actividades culturales que se transmiten de una generación a otra como patrimonio cultural del Perú. Este estudio, fenomenológico y de carácter etnográfico, describe, reflexiona e interpreta la práctica que la cultura aimara le da a la etnomatemática para el control del tiempo sin hacer uso de aparatos electrónicos como relojes, radios, televisión, celulares, etc.; los mismos que se emplean más en zonas urbanas, mientras que, en el área rural, es común controlar el tiempo sin dispositivos adicionales. La obtención de información se logró a través de la observación participativa y la aplicación de entrevistas a informantes previamente seleccionados de los pobladores de edad avanzada entre damas y varones del área rural de Tacna.

Palabras-clave: Etnomatemática; Control del tiempo; Cultura; Lengua; Aimara.

Ethnomathematics: control of time in the Aymara culture, Tacna – Peru

Abstract: This research article is a qualitative descriptive work that describes the control of time in the Aymara culture through own cultural elements, such as the behavior of animals, stars and cultural activities that are transmitted from one generation to another as cultural heritage of Peru. This phenomenological and ethnographic study describes, reflects and interprets the practice that the Aymara culture gives to ethnomathematics to control time without using electronic devices

such as watches, radios, television, cell phones, etc.; which are used more in urban areas, while in rural ones, it is common to control time without additional devices. Obtaining information was achieved through participatory observation and the application of interviews to the previously selected informants of the elderly residents between women and men from the rural area of Tacna.

Keywords: Ethnomathematics; Control of time; Culture; Language; Aymara.

1. Introducción

La etnomatemática es la construcción de experiencias personales y grupales que practican los pobladores pertenecientes a una determinada cultura.

Ubiratan D'Ambrosio (1990, 2004) fue uno de los primeros que intentó mostrar el eurocentrismo de las matemáticas escolares de nuestro continente. De forma similar, Emmanuel Lizcano (1993), en su libro "Imaginario Colectivo y Creación Matemática", concluye que las matemáticas son tan numerosas como las distintas formas de habla y pensamiento, donde los diferentes imaginarios colectivos se expresan y entienden a ellos mismos. Es decir, podemos afirmar que, en la etnomatemática está incluida la matemática de la cultura originaria, y excluida, la de la cultura europea.

El objetivo del presente trabajo es describir y sistematizar cómo los pobladores originarios del área rural de la cultura aimara manejan el control del tiempo en base a elementos culturales propios que fueron desarrollando al realizar actividades cotidianas y otras costumbres desde tiempos milenarios hasta la actualidad, ya que, a pesar de la existencia de aparatos mecánicos o electrónicos de la cultura occidental, la cultura originaria continúa prescindiendo de utilizar el reloj o celulares para controlar el tiempo, y siguen aferrándose a sus propias formas al desarrollar actividades agrícolas, emprender viajes, descansar en el trabajo, descansar en la noche, tomar alimentos, etc.

2. Metodología

El trabajo se desarrolló siguiendo un enfoque etnográfico fenomenológico, que consistió en describir e interpretar los datos reflexivamente en el período 2022 y en el que se utilizó como instrumentos la revisión bibliográfica, entrevista y observación participativa, los cuales permitieron recopilar valiosos testimonios de pobladores originarios de edad avanzada.

La secuencia metodológica de la presente investigación está dada por cuatro etapas:

- Previa. Planificación Metodológica. Comprende la ubicación del lugar del estudio y la selección de informantes clave, de preferencia personas adultas mayores de edad.
- Descriptiva. Se describió los fenómenos o hechos de la realidad del control de tiempo en la cultura aimara, sin hacer ninguna modificación a los elementos culturales que sirven para controlar el tiempo.
- Estructural. Los datos fenomenológicos son sistematizados en función a líneas del tiempo, considerando mañana, tarde y noche.
- Discusión de Resultados. El hallazgo de datos es contrastado con las informaciones existentes para validar, reafirmar o negar los hechos o acontecimientos.

3. Revisión de la Literatura

La etnomatemática se define como una estrategia que los seres humanos han desarrollado a lo largo de la historia a fin de entender, explicar, dirigir y convivir con los elementos existentes, tanto perceptibles como imaginarios, pertenecientes a su entorno natural y cultural (D' Ambrosius, 1996, p.7).

Esto no quiere decir que se rechacen las matemáticas académicas. Antes bien, la enseñanza según esta concepción contribuye a que el alumno relacione los conceptos matemáticos estudiados en clase con las actividades diarias propias de su realidad sociocultural, incorporando los valores y vínculos histórico-culturales que experimentan en un grupo o comunidad (Carneiro, 2012, p.3).

Neto apoya la idea anterior al afirmar que las matemáticas se crearon y evolucionaron de acuerdo a las necesidades vivenciales del hombre y que, por lo tanto, son un producto social, porque pertenecen a un pueblo; y cultural, porque se ha ido adaptando al medio ambiente donde se originó a través de acciones de influencia recíproca. (2002, p.19).

Así, Estermann (1989), en su libro "Filosofía Andina", en el que describe ampliamente las implicancias prácticas de la pachasofía andina en el tiempo, dice que la razón por la cual muchos proyectos de "desarrollo" modernos fracasan es porque parten de una definición occidental de "desarrollo" como "ruptura" del orden cósmico establecido para mejorar las condiciones de vida; sin embargo, a los ojos de la población autóctona o *runas*, tales ideas acelerarán la llegada de un pachakuti o cambio radical inminente que quebrantará el mencionado orden, orden que sólo necesitaba "restablecimiento" (p. 188). El autor menciona que esta extraordinaria capacidad de los *runas* de "aguantar" circunstancias difíciles a la vez que esperan el Kairos o tiempo oportuno, probablemente se deba a que conocen y aceptan el razonamiento interno del universo y sus consecuencias; es decir, su aguante no se basa en lo que esperan del futuro, sino en estar seguros de que el tiempo haya realizado todos sus acontecimientos en el pasado (p.188). Entonces, si bien el manejo del tiempo en la cultura aimara es flexible de acuerdo a los cambios climatológicos, siempre se basa en las experiencias pasadas y busca garantizar la tranquilidad colectiva de los pobladores nativos.

Asimismo, Mamani (2009) presenta a la cultura aimara como una sociedad rica en saberes matemáticos, exponiendo, en primer lugar, el contexto histórico y lingüístico de esta cultura; luego, el surgimiento y fundamentos interculturales de las matemáticas; para concluir analizando a la etnomatemática dentro de la realidad aimara y proponer actividades didácticas para que los estudiantes las realicen en el aula.

Finalmente, en Argentina, Albanese & Perales (2014) efectuaron un estudio para caracterizar las formas de pensamiento matemático de un gremio dedicado a la artesanía soguera en el que pretendieron identificar cómo el artesano razona matemáticamente sobre su propia práctica para articularla a su propio entorno.

4. Análisis y Resultados de la Investigación

Los habitantes nativos de la cultura aimara de Perú diferencian el control del tiempo de forma natural, observando el comportamiento de animales, el movimiento de los astros, etc., relacionándolo directamente con las actividades agrícolas, el pastoreo de animales

y otras labores culturales, tal como menciona Yucra en su trabajo de investigación donde afirma que existen una serie de elementos culturales nativos que los pobladores de la zona aimara utilizan para medir líquidos, sólidos, espacios, distancias, entre otros (2006, p.70).

Dicha afirmación es verificable gracias a nuevas investigaciones efectuadas en la zona aimara de las regiones Tacna y Puno. Así tenemos:

4.1. El control del tiempo durante la noche

Los pobladores del área rural aimara de los distritos de Pomata-Puno y Tarata-Tacna controlan el tiempo durante el día a través de los rayos solares y sombras, y no tienen ninguna limitación para hacerlo en la noche o en la oscuridad. Las observaciones dieron cuenta de que su control del tiempo es sistemático y que son capaces de diferenciar los períodos de 6.00 de la tarde a 12:00 de la noche, de 12:00 de la noche a 6:00 de la mañana, de 6:00 de la mañana a 12:00 del día y, finalmente, de 12:00 del día a 6:00 de la tarde.

Esta división del tiempo es concordante con el testimonio del señor Juan Mamani de 72 años de edad, un poblador originario del distrito de Pomata que radica en Tacna, quien describe el control del tiempo en relación a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo controlan el tiempo en la comunidad rural aimara, sin utilizar el reloj u otros artefactos eléctricos?

  "Aquí todo sirve, para cualquier actividad nos fijamos de algo, de animales, de la cena, de la hora de almuerzo, hora de dormir, de los pajaritos, del canto de gallo…". (Entrevista 01, 14-02-2022)

- ¿Puedes contarme qué hace el gallo para controlar el tiempo?

  "Los abuelos siempre decían, hay que escuchar bien el canto del gallo, porque ellos para los viajes y para la chacra siempre escuchaban el canto del gallo por las madrugadas. Su primer canto es a las dos de la madrugada. Sirve para despertarse. Este se llama "maya wallpa aru". Luego, a las tres canta otra vez. El "taypi wallpa aru". Aquí es para que después de levantarse la persona empiece a cocinar la comida desde temprano, vaya a la chacra, a su negocio… Y a las 4 hay una tercera cantada, "qhipa wallpa aru", que sirve para alistarse y salir a la siembra o cosecha de la chacra". También hay que mirar la claridad del día, el "qhantati o q'axatatti"; la "willjta" que es cuando los pájaros trillan y dejan su nido para buscar comida, y cuando el día está bien claro es "urjta, urutatti o qhanaxi". (Entrevista 01, 14-02-2022).

Asimismo, la señora Martina Ramos, de 68 años de edad, procedente de la comunidad aimara de Chachacomani – Juli y que radica en Tacna por más de 15 años, respondió lo siguiente a esta pregunta:

- ¿Cómo controlan el tiempo por la noche en la comunidad aimara sin utilizar el reloj u otros artefactos?

  "Nos fijamos para ver el tiempo durante la noche, pues existen varias formas, así como pasando las seis de la tarde se dice "jayp'uthapi", es cuando la tarde

> *está oscureciendo; después viene "sujsthapi o chhurkthapi" que se convierte todo oscuro, ... difícil distinguir personas, cosas o animales, inclusive puede confundirse con el objeto; luego a las 7 toca la hora de la cena, el "jayp'u manq'asiña", también a esta horarebuzna el burro; después viene la hora de dormir, que se llama "ikintaña", aproximadamente a las 8:30 a 9:00 de la noche; y finalmente viene el tiempo de media noche que se llama "chika aruma". (Entrevista 02, 02-12-2021).*

Otra entrevista, realizada a un poblador de Tarata, Inocencio Cahui, agricultor y comerciante de frutas de 83 años de edad, en la que se le preguntó sobre el control del tiempo sin utilizar el reloj, radio o televisión; sino con puros medios naturales, reveló lo siguiente:

- Nanakaxa, yatipxapunthwa akanxa janiwa kunasa pisikiti, kunatixa jichhasti mayjaptaskiwa, nayratpachsa aka chiqanakanxa wallpa arnaqa ist´asipuninwa, ukatsti, qullunakansti puku pukuru ist´apxana, jamach´inakana khuyupa, ukatsti yaqha uywanakampi.

  "K´ank´asti qhantatiñatakixa, kimsa kuti arnaqasiri, naya, taypi, qhipa wallpa aru, ukhamarakiwa qullunakanxa, puku pukuxa k´ank´jamawa arnaqasiraki, nayraqata, taypi, qhipatuqiru machaqa urutaki, ukhamawa, achachilanakasa kuna uywanaksa isch´ukipxiritayna... Ukatha urunakanana utjarakiwa, ch´iwunaka uñch´ukiña, ch´iwunakasti uyunakata jalaqani, jalkataraki." *(Entrevista 03, 08-03-2022).*

  Traducción al español

  Nosotros, sabemos que aquí no falta nada, aunque ahora está cambiando, antes siempre por estos lugares se escuchaba el canto del gallo, y por las lomas se escuchaba el canto del "puku puku" y el silbido de los pajaritos, y de otros animales. El gallo en la madrugada para amanecer el día canta tres veces: la primera, segunda y tercera cantada del gallo, también el puku puku parecido que el gallo canta la primera, segunda y tercera para el nuevo día, así nuestros abuelos escuchaban el comportamiento de los animales... también existe en el día, mirar la sombra, la sombra que aparece de los canchones, como también desaparece.

Estas informaciones, tanto de pobladores migrantes como lugareños del área rural aimara de Tarata, permiten establecer que el control del tiempo siempre existió y que, gracias a su práctica de generación en generación, persiste hasta la fecha. El control del tiempo desde las seis de la tarde hasta la medianoche y el control del tiempo por las madrugadas son verificables diariamente con el canto del gallo, el trillar de las aves y el canto del puku puku.

Además, tales comportamientos de la naturaleza, junto con las actividades cotidianas de los pobladores peruanos aimaras, poseen léxicos vigentes en dicha lengua, como los mencionados a continuación:

4.2. Desde 6 p.m. hasta medianoche

- Jayp'uthapi: proximidad de la oscuridad, aproximadamente 6:00 de la noche.
- Sujsthapi/chhurkthapi: oscuridad, aproximadamente 6:30 de la noche.

- Jayp'u manq'asiña: hora de la cena o comida, aproximadamente 7:00 de la noche.
- Asnu qanchisi: rebuzno del burro, aproximadamente 7:00 de la noche.
- Ikintaña: hora de dormir, aproximadamente 8:30 o 9:00 de la noche.
- Chika aruma: medianoche.

4.3. Desde medianoche hasta 6 a.m.

La cultura andina aimara controla el tiempo guiándose del comportamiento de los animales. Así tenemos:

El canto del gallo o wallpa aru

Según los pobladores aimaras del área rural, el gallo canta tres veces por la madrugada y cada canto lo realiza en horas seguidas a partir de las dos de la mañana hasta el amanecer del nuevo día.

1. Primer canto: 02:00 de la madrugada, nayra wallpa aru/maya wallpa art'a.
2. Segundo canto: 03:00 de la madrugada, taypi wallpa aru/paya wallpa art´a.
3. Tercer canto: 04:00 de la madrugada, qhipa wallpa aru/kimsa wallpa art'a.

El canto del puku puku

Los pobladores nativos aimaras afirman que el "puku puku", ave andina que vive en los cerros, también controla el tiempo durante la madrugada. Al igual que el gallo, canta tres veces y a cada hora a partir de las dos de la mañana hasta el amanecer del nuevo día.

1. Primer canto: 02:00 de la madrugada, nayra puku puku art´a.
2. Segundo canto: 03:00 de la madrugada, taypi puku puku art´a.
3. Tercer canto: 04:00 de la madrugada, qhipa puku puku art´a.

El trillar de los pajaritos

Después de la última cantada del gallo, se utilizan otras formas de controlar el tiempo, entre ellas el silbido de las aves andinas como el qhuru kutu, phichhi tanka, kitula, phisi phisi, chiwanku, jak´a k´ajllu, etc. (Yucra, 2006, p.72).

1. Q'axatatti: la madrugada clarifica el día.
2. Willjta/qhanatatti: los pajaritos trillan con melodía armónica y dejan el nido para buscar alimentos.
3. Urjti/urutatti: amanecer del nuevo día.
4. Qhana uru: claridad del día.

4.4. Desde 6 a.m. hasta mediodía y desde mediodía hasta 6 p.m.

El control del tiempo en base a labores agrícolas

- Yapu luriri saraña: Ir a la chacra, a la siembra o cosecha, aproximadamente 7:00 de la mañana.

- Yapu luraña qalltawi: Inicio de la actividad agrícola, aproximadamente 7:30 de la mañana.
- Alwa kuka akullasiwi: Chajchar coca en el descanso de la mañana, aproximadamente 10:00 de la mañana.
- Ququ manq´asiña: Comer alimentos secos en el medio día, aproximadamente 12:30 de la tarde.
- Jayp´u yapu luraña qalltawi: Inicio de la actividad agrícola en la tarde, aproximadamente 1:30 de la tarde.
- Jayp´u kuka akullasiwi: Chajchar coca en el descanso de la tarde, aproximadamente 3:00 de la tarde.
- Yapu apthapi o yapu tukuya: Culminación del recojo de productos de la cosecha o de la siembra, aproximadamente 5:00 de la tarde.

El control del tiempo con el pastoreo de animales

- Uywa ansuwi: Sacar los animales del corral para el pastoreo, aproximadamente 7:30 de la mañana.
- Uywa awatiwi: Inicio de la actividad de pastoreo de animales domésticos, aproximadamente 8:00 de la mañana.
- Uywa umaru anakiña: Llevar a los animales domésticos para tomar agua de los ríos o puquiales durante el mediodía, aproximadamente 12:00 o 12:30.
- Jayp´u awatiwi: Inicio de pastoreo de animales durante la tarde, aproximadamente 1:00 de la tarde.
- Jayp´u uywa anthapiña: Recojo de animales del lugar de pastoreo hacia su corral, aproximadamente 5:00 de la tarde.

El control del tiempo en base a la sombra con reloj solar

Ch´iwu es la sombra que se produce con los rayos del sol cuando el cielo está despejado de nubes y que aparecen en piedras, árboles, casas, cerros, canchones, andenes, etc., tanto por las mañanas como por las tardes.

1. Por la mañana de 6 a.m. a 12 a.m.

- Alwa inti jalsuni: Salida del sol por la mañana, los rayos del sol originan la sombra más prolongada de acuerdo a la altura de los objetos, aproximadamente 6:30 de la mañana.
- Alwa inti tuqta: El sol se acerca cada vez más al mediodía y la sombra producida por sus rayos desaparece poco a poco.
- Chika uru: Durante el mediodía el sol desaparece toda la sombra, aproximadamente 12:00 del día.

2. Por la tarde de 12 a.m. a 6 p.m.

- Jayp´u inti jithiqa: Cuando el sol se acerca cada vez más hacia la tarde y la sombra va creciendo en relación a la altura de los objetos.

- Jayp´u inti jalanta: El sol desaparece entre los cerros y la sombra invade todo el espacio, aproximadamente 6:00 de la tarde.

Existen otras manifestaciones culturales en la cultura aimara para medir el tiempo, como la ubicación de las estrellas durante la noche, las fiestas patronales durante el año, las ferias comerciales durante la semana, etc.

Estos datos etnográficos del proceso de investigación nos permiten reafirmar, ampliar e incluso reajustar la información ya que, en el transcurrir del tiempo, es posible que existan algunas variaciones debido a la diversidad sociocultural y lingüística de la zona aimara del Perú. Empero, los datos revelados son mayoritariamente comunes en su aplicación diaria y continúan vigentes en la época contemporánea.

5. Conclusiones

El poblador del área rural de la región de Tacna controla el tiempo mediante sus propios elementos culturales, como el movimiento de los astros, el canto de los animales, el aumento y disminución de la sombra, actividades culturales y otros que les permiten establecer el tiempo en horas de la mañana, tarde y noche.

Para la población rural aimara no es indispensable la existencia del reloj, radio, celulares, televisión o computadora para controlar el tiempo; antes bien, utilizan su cosmovisión, por lo que es pertinente realizar investigaciones cualitativas de carácter etnográfico, cuyos resultados permitirán contribuir a la educación de niños, jóvenes y adultos.

Referencias

Albanese, V. Perales, F. (2014). *Formas de pensar matemáticamente de un gremio artesanal de la artesanía Soguera* de Argentina.

Carneiro, K. T. A.(2012). *Cultura Surda na aprendizagem matemática da sala de recurso do Instituto Felipe Smaldone: uma abordagem etnomatemática***.** Anais do 4º Congresso Brasileiro de Etnomatemática. Belém, PA: ICEm4.

D'Ambrosio, U. (1985). *Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics*. For the learning of Mathematics, (1), 44 - 48

D'Ambrosio, U. (2000). *Etnomatemáticas entre las tradiciones y la modernidad*. México, Distrito federal. Díaz Santos.

Estermann, J. (1998). *Filosofía Andina*. Estudio intercultural de la sabiduría autóctona andina. Ediciones Abya – Yala. Quito – Ecuador.

Lizcano, E. (1993). *Imaginario colectivo y creación matemática.*

Neto, R. (2002). *Didáctica da matemática*, São Paulo: Ática.

Mamani, H.M. (2009). *Etnomatemática en el contexto aimara*. Editado por CONCYTEC. Lima Perú.

Yucra, F.E. (2006). *Etnomatemático y etnolingüístico como herencia cultural de los pobladores del distrito de Pomata Puno*. Tesis de la Maestría en Lingüística Andina y Educación de la UNA. Puno.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 13/09/2023
Aceitação/Acceptance: 20/11/2023

El aula invertida en el aprendizaje del inglés en estudiantes universitarios de la carrera profesional de Terapia Física y Rehabilitación

Laura-De la Cruz Kevin Mario[1], Alanoca-Gutierrez Rebeca[2], Mamani-Silva Obdulia[3], García-Magallanes Milagros Johana[4], Limache-Arocutipa Gladys Pilar[5], Marcos-Bustinza de Vargas Raquel Esther[6], Chura-Gonzales Naldy Soledad[7]

kevlaura@upt.pe; ralanoca@unap.edu.pe; celestinaaur8@gmail.com; mg2021071807@virtual.upt.pe; glimachea@unjbg.edu.pe; estherdevargas2023@gmail.com; naldychura@gmail.com

Universidad Privada de Tacna[1,3,4,6,7], Universidad Nacional del Altiplano[2], Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann[5]

Pages: 92-106

Resumen: El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad del uso de un modelo de aula invertida en la enseñanza de inglés a estudiantes de la carrera profesional de Terapia Física y Rehabilitación de una Universidad en la región de Tacna, Perú. Fue aplicada a través de un diseño preexperimental con un solo grupo experimental. La población corresponde a un total de 250 estudiantes de la mencionada carrera, de los cuales se estableció trabajar con 29 estudiantes del VI ciclo del curso de Inglés Avanzado a través de un muestro no aleatorio por conveniencia. Se utilizó como instrumento un examen internacional de nivel intermedio, el cual presenta la confiabilidad y validez por Universidad Cambridge. Los resultados sustentaron que, la mayor parte de estudiantes se encontraban en un nivel A2 (89.66%) en la prueba de entrada y luego, en un nivel B1 (65.52%) en la prueba de salida. Además, se trabajó bajo el estadístico no paramétrico de Wilcoxon (Z = -4,472), alcanzándose un p-valor (0,00) menor al nivel de significancia establecida. Entonces, se concluyó que, el uso del modelo de aula invertida influye positivamente en el aprendizaje del idioma inglés según estándares internacionales.

Palabras-clave: Aprendizaje, Aula Invertida, Estudiantes Universitarios, Examen Internacional.

The Flipped classroom in the learning of English in students of physical therapy and rehabilitation in Higher Education

Abstract: The main goal of this study was to determine the impact of using the inverted classroom model in teaching English to students majoring in Physical Therapy and Rehabilitation at a Peruvian university in Tacna. It was implemented using a pre-experimental design with a single experimental group. The population consists of a total of 250 students enrolled in the aforementioned program, of which 29 students from the sixth cycle of the advanced English course were

selected to participate in a non-random convenience sample. As a measuring tool, an international intermediate-level exam was used, which was deemed reliable and valid by the University of Cambridge. The results supported that the majority of students scored at A2 level (89.66%) in the entrance exam and then at B1 level (65.52%) in the post-test. In addition, the non-parametric Wilcoxon statistic (Z = -4,472) was used, reaching a p-value (0.00) lower than the predetermined significance level. Thus, it was concluded that the use of the flipped classroom model positively impacts English language development according to international standards.

Keywords: Education, Flipped Classroom, College Students, and International Examination.

1. Introducción

El aprendizaje del idioma inglés en base a estándares internacionales es indispensable en esta época tan competitiva, y los estudiantes con formación universitaria en salud no son la excepción. Sus conocimientos y habilidades en el idioma inglés son constantemente desafiados cuando buscan información, leen artículos referidos a su especialidad escritos en este idioma, y al dialogar permanentemente con especialistas del mismo campo.

Según Wendorff (2019), el modelo de aula invertida es una forma de enseñanza mixta que permite al estudiante reforzar sus conocimientos antes de la clase de forma que puedan potenciarlos en la sesión presencial y así, en el caso del idioma inglés, mejorar sus habilidades comunicativas, que son tan indispensables en la actualidad junto con la certificación internacional en este idioma.

Si bien existen diversas investigaciones relacionadas al problema de la presente investigación, estas consideran únicamente el vocabulario, la gramática, una habilidad comunicativa determinada o temas específicos del sílabo del área de inglés. Ninguna incluye la aplicación de un examen internacional, probablemente debido al desconocimiento de los maestros, la desmotivación que pueda ocasionar en los estudiantes por su duración, la cual puede ser de muchos días; o por la abrumadora recolección de datos. En consecuencia, tales estudios no tienen el impacto suficiente en la formación a largo plazo.

En ese sentido, la relevancia de esta investigación se basa en la prueba de muestra del examen internacional para medir el aprendizaje del idioma inglés cada semestre y año, conocer su nivel real y sugerir estrategias para brindar soluciones inmediatas. Una de estas estrategias es el aula invertida, ya que, de acuerdo a diversos estudios mencionados en el presente trabajo, contribuye a reforzar la autonomía del estudiante, optimizar la sesión de aprendizaje y construir eficazmente el aprendizaje en clase día tras día.

A nivel internacional, en la mayoría de los países aún no evidencian nuevas tendencias en la forma de impartir la preparación de lenguas extranjeras en la educación superior, el método utilizado en la enseñanza de una segunda lengua depende de la orientación pedagógica proporcionada por el docente y la casa de estudios. Desde esa perspectiva, la realidad educativa muestra que el dominio del inglés es bajo en los países de América

Latina, según un informe de Education First (2020). La mayoría de los países tienen un bajo nivel en el siguiente orden: Uruguay, Chile, México, Perú y Ecuador. En suma, aun no se visualiza investigaciones a nivel internacional donde aún no se utilizan como instrumento test modelo al formato examen internacional en inglés de acuerdo con cada nivel (Cronquist & Fiszbein, 2017).

A pesar de la importancia reconocida a nivel nacional del aprendizaje del idioma inglés, los resultados de la investigación y el análisis estadístico aún no han visualizado el logro de niveles más altos por parte de los estudiantes en diversas ocupaciones profesionales. Esto se ve reforzado ya que el plan de estudios de los cursos de inglés en ciertas casas de estudios se centra en el aspecto gramatical y deja de lado la competencia comunicativa que deben lograrse de acuerdo con el Marco Común Europeo de Lenguas. Por otro lado, no se visualizan articulaciones coherentes con una carrera profesional en relación con la inclusión de un curso de inglés. Esto quiere decir que el resumen del curso de inglés no representa contenidos relacionados con una carrera profesional, por lo que este aprendizaje no será útil en su preparación profesional, académica y científica. De manera similar, este problema se agrava cuando el British Council (2015) en su artículo sobre el inglés en el Perú afirma que los estudiantes universitarios aluden que las mayores barreras para aprender inglés son el costo y el tiempo. Esto significa que los estudiantes no pueden desarrollar adecuadamente el aprendizaje del inglés como lengua extranjera y no cuentan con las estrategias necesarias para el aprendizaje autónomo del idioma.

Por ello, la investigación se basa en brindar las herramientas necesarias para fortalecer la autonomía de la muestra de estudio en relación con el aprendizaje del idioma inglés a través de la implementación de nuevas propuestas como el modelo pedagógico de aula invertida.

2. Metodología

2.1. Tipo y diseño

El tipo de investigación fue aplicada, pues su objetivo es solucionar un problema referido al ámbito educativo. Desde la posición de Vara (2015) sustenta que la investigación aplicada es conveniente, ya que los resultados son de gran apoyo para solucionar diversas problemáticas de estudio.

El diseño de investigación fue preexperimental con un solo grupo experimental (Hernández et al., 2018) debido a que solo se trabajó bajo una sola aula.

2.2. Población y muestra

La población de la encuesta actual incluye a 163 estudiantes matriculados en fisioterapia y rehabilitación profesional durante el segundo semestre del año académico 2022.

La muestra estuvo conformada por 29 estudiantes correspondientes a la totalidad de los estudiantes del VI ciclo matriculados en el curso de Inglés Avanzado del aula antes mencionada. Así mismo, esta fue no probabilística, debido a que fueron seleccionados por los objetivos propios del investigador (Hernández & Mendoza, 2018).

2.3. Instrumentos

El método utilizado en el proceso fue una prueba de conocimientos y, como herramienta, una prueba escrita como parte del examen internacional de inglés, que cuenta con su confiabilidad y validez por parte de la Universidad de Cambridge.

3. Resultados

Aprendizaje de inglés	Grupo Experimental			
	Pre test		Post test	
	n	%	n	%
Básico (A2)	26	89.66	8	27.59
Intermedio (B1)	3	10.34	19	65.52
Intermedio avanzado (B2)	0	0	2	6.9
Total	**29**	**100**	**29**	**100**

Tabla 1 – Aprendizaje de inglés antes y después de la aplicación del aula invertida

En la tabla 1 se muestra el nivel de dominio del inglés antes y después de la aplicación del aula invertida de estudiantes de la carrera profesional de terapia física y rehabilitación de una universidad peruana. Dicho nivel se ve reflejado en los resultados de las pruebas de entrada y salida que son las siguientes: en el pretest el 89.66% de alumnos se encontraban dentro del nivel básico (A2), pero en el post test, el porcentaje se redujo a 27.59% de estudiantes dentro del nivel básico (A2). Asimismo, en el pretest el 10.34% de estudiantes se encontraban dentro del nivel intermedio (B1), sin embargo, en el post test el porcentaje aumentó a 62.52% de estudiantes dentro del nivel intermedio (B1). Finalmente, en el pretest no existían estudiantes pertenecientes al nivel intermedio avanzado (B2); no obstante, en el post test se encuentran el 6.90% de estudiantes dentro de nivel intermedio avanzado (B2).

En definitiva, se evidencia que en el pre test o prueba de entrada, los resultados no fueron tan favorables en contraste con los resultados del post test o prueba de salida, donde se logró posicionar a la gran mayoría de estudiantes dentro del nivel intermedio avanzado (B1), sugiriendo que el uso del modelo de aula invertida provocó un ascenso significativo en su aprendizaje.

Habilidad de lectura	Grupo Experimental			
	Pre test		Post test	
	n	%	n	%
Básico (A2)	25	86.21	8	27.59
Intermedio (B1)	4	13.79	19	65.52
Intermedio avanzado (B2)	0	0	2	6.9
Total	29	100	29	100

Tabla 2 – Aprendizaje de inglés en la habilidad de lectura antes y después del uso del aula invertida

En la tabla 2 se ve representado por los siguientes resultados de las pruebas de entrada y salida: en el pretest el 86.21% de alumnos se encontraban dentro del nivel básico (A2), pero en el post test, el porcentaje se redujo a 27.59% de estudiantes dentro del nivel básico (A2). Asimismo, en el pretest el 13.79% de estudiantes se encontraban dentro del nivel intermedio (B1), sin embargo, en el post test el porcentaje aumentó a 62.52% de estudiantes dentro del nivel intermedio (B1). Finalmente, en el pretest no existían estudiantes pertenecientes al nivel intermedio avanzado (B2); por el contrario, en el post test se encuentran el 6.90% de estudiantes dentro de nivel intermedio avanzado (B2).

Sin duda, la habilidad de lectura tuvo un ascenso revelador gracias al uso del modelo de aula invertida, pues la gran mayoría se encuentran en el nivel intermedio avanzado (B2) en su prueba de salida, el cual representa un logro para los estudiantes de la carrera profesional de la muestra de estudio.

Habilidad de escritura	**Grupo Experimental**			
	Pre test		**Post test**	
	n	**%**	**n**	**%**
Básico (A2)	25	86.21	7	24.14
Intermedio (B1)	4	13.79	20	68.97
Intermedio avanzado (B2)	0	0	2	6.9
Total	29	100	29	100

Tabla 3 – Aprendizaje del idioma inglés en la habilidad de escritura antes y después del aula invertida

A continuación, en la tabla 3 la representación de los resultados de las pruebas de entrada y salida es la siguiente: en el pretest el 86.21% de alumnos se encontraban dentro del nivel básico (A2), pero en el post test, el porcentaje se redujo a 24.14% de estudiantes dentro del nivel básico (A2). De igual manera, en el pretest el 13.79% de estudiantes se encontraban dentro del nivel intermedio (B1), sin embargo, en el post test el porcentaje aumentó a 68.97% de estudiantes dentro del nivel intermedio (B1). Finalmente, aunque en el pretest no existían estudiantes pertenecientes al nivel intermedio avanzado (B2), fue en el post test donde el 6.90% de estudiantes se encontraban en el nivel intermedio avanzado (B2).

Habilidad de escucha	**Grupo Experimental**			
	Pre test		**Post test**	
	n	**%**	**n**	**%**
Básico (A2)	19	65.52	5	17.24
Intermedio (B1)	10	34.48	21	72.41
Intermedio avanzado (B2)	0	0	3	10.34
Total	29	100	29	100

Tabla 4 – Aprendizaje del idioma inglés en la habilidad de escucha antes y después del aula invertida

En virtud de los resultados, se evidencia que la habilidad de escritura tuvo un gran ascenso, ya que, en su prueba de salida, la mayoría se encuentra en el nivel intermedio avanzado (B2) demostrando de esa forma la utilidad del modelo pedagógico utilizado.

En la tabla 4 se expone los resultados de las pruebas en el pretest fueron que el 65.52% de alumnos se encontraban dentro del nivel básico (A2), pero en el post test, el porcentaje se redujo a 17.24% de estudiantes dentro del nivel básico (A2). De igual manera, en el pretest el 34.48% de estudiantes se encontraban dentro del nivel intermedio (B1), sin embargo, en el post test el porcentaje aumentó a 68.97% de estudiantes dentro del nivel intermedio (B1). Finalmente, aunque en el pretest no existían estudiantes pertenecientes al nivel intermedio avanzado (B2), fue en el post test donde el 10.34% de estudiantes se encontraban dentro de nivel intermedio avanzado (B2).

De esta manera, se evidencia que la habilidad de escucha es mejor que antes, ya que, en su prueba de salida o post test, la mayoría se encuentra en el nivel intermedio avanzado (B2) gracias al efecto positivo del aula invertida en la muestra de estudios.

Competencia de habla	**Grupo Experimental**			
	Pre test		**Post test**	
	n	**%**	**n**	**%**
Básico (A2)	23	79.31	5	17.24
Intermedio (B1)	6	20.69	22	75.86
Intermedio avanzado (B2)	0	0	2	6.9
Total	29	100	29	100

Tabla 5 – Aprendizaje del idioma inglés en la habilidad de habla antes y después del aula invertida

En la tabla 5 se expone los resultados de las pruebas, en el pretest el 79.31% de alumnos se encontraban dentro del nivel básico (A2), pero en el post test, el porcentaje se redujo a 17.24% de estudiantes dentro del nivel básico (A2). De igual manera, en el pretest el 20.69% de estudiantes se encontraban dentro del nivel intermedio (B1), sin embargo, en el post test el porcentaje aumentó a 75.86% de estudiantes dentro del nivel intermedio (B1). Finalmente, en el pretest no existían estudiantes pertenecientes al nivel intermedio avanzado (B2), por el contrario, fue en el post test donde el 6.90% de estudiantes se encontraban dentro de nivel intermedio avanzado (B2).

En este sentido, la habilidad de habla ha mejorado sustancialmente, ya que, en su prueba de salida o post test, la mayoría se encuentra en el nivel intermedio avanzado (B2) gracias al uso del modelo de aula invertida en estudiantes de la carrera profesional de la muestra de estudios.

En la tabla 6 se evidencia que en la prueba de entrada el puntaje promedio fue de 58,59; del mismo modo, el puntaje más bajo es 51 y el puntaje más alto es 82. En la prueba después de “aplicar el modelo de aula invertida” el puntaje promedio es 73.76, similar al de puntaje bajo, el puntaje más alto fue 59 y el puntaje más alto fue 93, a través del cual

vimos una mejora significativa en el grupo experimental, una diferencia de 15,17 puntos porcentuales, dando como resultado una mejora notable en el grupo de investigación.

Variable de estudio	Estadísticos	Grupo experimental		Estadístico inferencial	Sig bilateral
		Pre test	Post test		
Nivel de aprendizaje del inglés		(n = 29)	(n = 29)	T de wilcoxon	p<0.05
	Media	58,59	73,76		Rn=0
	Mediana	56,00	74,00	t= -4,472	Rp=20
	Desv. estándar	8,029	8,236		Re=9
	Xmin	51	59	P valor	Existe una mejora significativa
	Xmax	82	93	P= 0.000	

Tabla 6 – Estadística Inferencial de la hipótesis general

Finalmente, se presentó la significancia del valor P = 0,000; inferior al nivel especificado (P<0.05) pero la hipótesis no se rechaza. Se confirma que el uso del modelo de aula invertida tiene un efecto significativo en el aprendizaje de inglés en los estudiantes asignados.

4. Discusión

Luego de haber procedido con el análisis de los resultados recabados a través de la investigación en relación con el nivel de aprendizaje de inglés y la influencia del modelo del aula invertida en las habilidades que la conforman, se presenta la discusión respectiva comparando los hallazgos con los de otros estudios en ámbitos similares.

Tomando en consideración que el objetivo general de la investigación pretendía determinar la influencia del modelo de aula invertida en el aprendizaje del inglés en estudiantes de una universidad peruana y, en base a los resultados obtenidos en la figura 1 y 3, se puede afirmar que la aplicación del modelo de aula invertida influenció de manera positiva al nivel de aprendizaje de inglés en los estudiantes de la muestra, mejorando el nivel de inglés de un 89,66% en el nivel básico hacia un 66,52% en el nivel intermedio después de la aplicación del modelo educativo del aula invertida.

Resultados similares se obtuvieron en el estudio de Öztürk y Çakıroğlu (2021), en el país de Turquía, quienes también apostaron por el modelo para realizar una mejora en el nivel de inglés de estudiantes universitarios, destacando que el aula invertida fomentaba el desarrollo de estrategias de autorregulación afectando positivamente en el desarrollo de las habilidades. De igual relevancia, la investigación realizada por Lee y Wallace (2018) resulta ser un antecedente a los resultados presentados, puesto que, en su investigación también obtuvieron resultados significativos en la adquisición de la lengua inglesa gracias a las características del modelo como la educación personalizada y tiempo de enseñanza flexible.

Entonces, el aula invertida se presenta como una solución a la necesidad de los docentes y estudiantes en la búsqueda de la mejora de aprendizaje de inglés en el contexto universitario (Du, 2018). La contextualización del material proporcionado a la muestra jugó un papel importante en los resultados obtenidos, puesto que, si bien estuvo relacionada a temas generales del idioma inglés, también abarcó el uso del lenguaje técnico de salud para generar mayor interés en el idioma. Buil-Fabrega et al. (2019) e Hinojo-Lucena et al. (2018) resaltan la importancia del papel que desempeña el docente en el modelo del aula invertida respecto a las acciones de transformación y retroalimentación; de tal manera, los foros y la estrecha comunicación entre docente y estudiantes sirvió como medio para conocer y adaptar los contenidos a los intereses y necesidades que se presentaba la muestra en el transcurso del aprendizaje.

En relación con las habilidades del inglés, se pudo conocer que el habla y la escucha mostraron un gran avance porcentual con el modelo del aula invertida. En el caso de la habilidad del habla, en la figura 9 se observa que se pasa de un 79,31% en nivel básico a un 75,86% en nivel intermedio. En consecuencia, se puede afirmar que el objetivo específico relacionado al uso del modelo de aula invertida en el nivel de aprendizaje del inglés de la habilidad de habla tuvo una influencia significativa.

Las causas que sustentan el avance en la habilidad del habla pueden estar vinculadas con las opiniones que brindan otros investigadores como Abdullah et al. (2019), Li y Suwanthep (2017) o Swaran et al. (2018), al indicar que el aula invertida por poseer una metodología interactiva y crítica fomenta la habilidad oral en los estudiantes. Las sesiones realizadas durante la experimentación fomentaban la discusión y reflexión del aprendizaje dejando de lado actividades que optan por situaciones ficticias (role-plays) para la mejora de la habilidad del habla; y, apostando por situaciones reales que generan una necesidad por mejorar la fluidez y el vocabulario del idioma (Quyen y Van, 2018). De igual manera, Sidky (2019) y Kawinkoonlasate (2019) enfatizan la importancia de la entrega de videos explicativos antes de las clases para luego ser discutidas durante las horas sincrónicas, puesto que revisar el material con anterioridad brindaba seguridad y una mayor fluidez en las ideas para la interacción con compañeros y el docente.

Respecto al objetivo específico relacionado a la muestra del impacto del modelo de aula invertida en el nivel de aprendizaje del inglés de la habilidad de escucha en los estudiantes; se pudo observar que en la figura 8 se evidencia que la habilidad de escucha mejora de un 65,52% en el nivel básico a un 72,41% en el nivel intermedio después de la aplicación del modelo del aula invertida; por lo tanto, se concluye que el aula invertida influyó significativamente a la habilidad de escucha en la muestra. Los resultados son divergentes a los presentados por otros investigadores respecto a la misma habilidad en la cual no encontraron avances significativos (Ahmad, 2016; Öztürk y Çakıroğlu, 2021).

El material audiovisual presentado para la consulta previa a la sesión requería la atención, comprensión e inferencia de textos orales por parte de los estudiantes; ya sean videos con voz de hablantes nativos o no, la necesidad de conocer qué mensaje brindaba permitía que los estudiantes practiquen la habilidad de escucha, afirmándose así la importancia de los videos en el aula invertida (Suppasetseree y Roth, 2016; Namaziandost et al., 2019). De la misma manera, las discusiones e interacciones dentro de las sesiones permitían practicar la habilidad de escucha dado que para contestar preguntas o mantener una conversación es necesario escuchar a otros; confirmando así

que el aula invertida mejora paralelamente la criticidad y el análisis acerca de lo que expresan otros individuos (Etemadfar et al., 2020).

La habilidad de escritura, como se visualiza en la figura 7, también obtuvo cambios significativos después de la experimentación con el aula invertida, pasando de un 86,21 % en el nivel básico hacia un 68,97% en el nivel intermedio. De tal forma, el objetivo específico que pretendía emplear el modelo de aula invertida en el nivel de aprendizaje del inglés de la habilidad de escritura en los estudiantes resultó significativamente influyente para la muestra. Este resultado aunado a las investigaciones de Sánchez (2017) y Feria (2019) permiten reconocer no solo el potencial que posee el modelo del aula invertida para la mejora de la adquisición de la habilidad de escritura, sino, también para la gramática inglesa.

Kawinkoonlasate (2019) afirma que la habilidad de la escritura es una de las habilidades más difíciles de dominar en el idioma inglés puesto que conlleva conocer a profundidad la gramática del idioma, así como la ortografía y la puntuación; además, el desarrollo de la habilidad de la escritura implica la realización de ejercicios simples como oraciones hacia los más complejos, como la composición libre. En consecuencia, Engin y Donanci (2016), Öztürk y Çakıroğlu (2021) y Wu et al. (2017) sustentan los resultados obtenidos en la presente investigación puesto que afirman que, al promover la colaboración e interacción entre compañeros, el aula invertida se presenta como campo fértil para la ayuda y evaluación de pares respecto al desempeño en la producción de textos ya sean escritos u orales.

Algunas otras causas para el avance positivo de la habilidad de escritura se deben a la presentación de ejercicios de escritura durante las clases, junto con la práctica de la escritura y su posterior corrección con páginas web que retroalimentan el desempeño de los estudiantes, ayudándolos a mejorar el estilo de redacción y a corregir los errores de sentido o de gramática. Asimismo, el uso de foros y de tableros colaborativos durante la experimentación permitió que los estudiantes compartieran sus opiniones de manera textual, generando así más experiencias enriquecedoras para la práctica de la habilidad.

El objetivo específico relacionado a la aplicación del modelo del aula invertida en el aprendizaje de la habilidad de lectura en los estudiantes fue alcanzado resultando en la comprobación de la hipótesis planteada, afirmando que el modelo sí influye significativamente en dicha actividad puesto que, se obtuvieron cambios positivos en el nivel de aprendizaje de inglés en la habilidad de lectura pasando de un 86,21% en el nivel básico a un 65,52% en el nivel intermedio como se muestra en la figura 6. La mejora en esta habilidad ya había sido observada en otros estudios, demostrando que el modelo del aula invertida genera cambios positivos en la comprensión lectora de los estudiantes (Brown et al., 2016; Hashemifardnia et al., 2018; Huang y Hong, 2015; y Lofti y Siahpoosh, 2020).

Fahmi et al. (2020) señalan que, con el aula invertida, el tiempo otorgado a la lectura y asimilación de significados e ideas se reduce en relación a la enseñanza tradicional, dado que la lectura fuera de clases permite que los estudiantes analicen a su propio ritmo el texto y lo relean cuantas veces sea necesario. En palabras de Sánchez (2017), los alumnos valoran la oportunidad que el aula invertida les brinda para acceder a los contenidos otorgados por el docente y se sienten satisfechos de poder desempeñarse mejor en el

aula a través de la participación activa. De tal manera, en la presente experimentación con el aula invertida, también se notó una mayor comprensión y respuesta de los estudiantes en las preguntas planteadas por el docente en los tests de diagnóstico y en los cuestionarios de comprensión lectora basados en el examen internacional PET de Cambridge (Laura- De La Cruz et al., 2023).

Por otro lado, como resaltan Turan y Akdag-Cimen (2019), el aula invertida es el resultado de una búsqueda que trata de abarcar todos los cambios e innovaciones emergentes de la nueva era para la mejora de la educación. En esta misma línea, el uso de herramientas gamificadas para la realización de cuestionarios de comprensión lectora fue útil durante la experimentación, ayudando a la práctica del skimming y scanning, técnicas relevantes para la comprensión de textos, lo cual se sustenta con otros estudios donde los estudiantes perciben las herramientas gamificadas como medios que mejoran y motivan su interés por el aprendizaje de otro idioma (Abubakar y As'ad, 2020; Laura et al., 2022; De La Cruz et al., 2023).

Rodriguez y Cedeño (2020) y Espinoza (2017) mencionan que el aula invertida, además de ser eficaz para el ámbito académico, también promueve el aprendizaje autónomo; y, citando a Thai et al. (2017), el aula invertida demuestra un efecto positivo en la percepción de la eficacia y de la motivación intrínseca de los estudiantes. Por tal razón, en el caso del modelo del aula invertida, es necesario resaltar que la motivación y autocontrol del alumno juegan papeles importantes para el éxito del modelo, puesto que ambos son necesarios para que los estudiantes sean responsables respecto a la visualización y lectura de los materiales antes de clase (Mehring, 2018). El alumno dentro de este modelo deberá aumentar su compromiso con su propio aprendizaje (Vidal et al., 2016), autorregulándose y optando por la generación de hábitos de estudio.

Otra causa para el avance positivo del nivel de aprendizaje de inglés por parte de los estudiantes de la presente investigación puede estar relacionada con el uso de plataformas para la gestión y organización de archivos, contenidos, materiales y tareas en los estudiantes, los cuales permitían realizar recordatorios para realizar el estudio y para participar en foros, mejorando el aprendizaje autónomo. Investigadores como Ferrerira y Amorim (2019) obtuvieron resultados favorables de percepción por parte de estudiantes respecto a una plataforma de gestión de enseñanza, dado que facilitaba la interacción y la colaboración entre estudiantes y docentes en clases asincrónicas, por lo que la experiencia obtenida en el presente estudio podría considerarse también positiva (Laura- De La Cruz et al., 2023; Laura- De La Cruz et al., 2023)

No obstante, el tamaño de la muestra de la actual investigación se presenta como una limitante del estudio puesto que no permite generalizar los resultados a otras especialidades; sin embargo, los resultados vislumbran un gran potencial del modelo y anima a que otros investigadores; y, en específico, docentes de inglés que imparten el lenguaje con fines técnicos y laborales, apuesten por el modelo del aula invertida para la mejora de la calidad de la enseñanza en institutos de educación superior. Asimismo, para que los alumnos encuentren en la educación y la investigación una actividad gratificante e interesante, se propone que los profesores asuman el papel de sujeto o agente en la transición de las formas tradicionales de instrucción a otras más innovadoras, lo cual, exige que los educadores sean flexibles ante lo diferente y experimenten con una

variedad de métodos de instrucción que se adapten a las necesidades y perspectivas de sus alumnos.

5. Conclusiones

Finalmente, esta investigación ha demostrado claramente que el uso del modelo aula invertida en el aprendizaje de inglés en estudiantes universitarios que trabajan en el sector de la salud ha sido muy exitoso y beneficioso. A través de un análisis exhaustivo y una evaluación rigurosa, se ha demostrado que este enfoque pedagógico innovador puede efectivamente abordar los desafíos específicos que enfrentan los estudiantes de salud al aprender un idioma extranjero, al tiempo que potencia su comprensión y habilidades lingüísticas.

La implementación del aula invertida ha permitido a los estudiantes tener un control más activo y autónomo sobre su proceso de aprendizaje, al brindarles acceso previo a los contenidos y materiales relevantes antes de las sesiones en el aula. Esto ha creado un ambiente propicio para un aprendizaje más profundo y reflexivo, en el cual los estudiantes pueden aprovechar el tiempo de clase para discutir, aclarar dudas y aplicar activamente los conceptos adquiridos en situaciones relacionadas con la carrera de salud.

La interacción en el aula se ha transformado significativamente, pasando de un enfoque de transmisión pasiva de conocimientos a una dinámica de colaboración y participación activa. Esto ha fomentado la comunicación efectiva, la resolución conjunta de problemas y la aplicación práctica de los conceptos lingüísticos en contextos clínicos y profesionales, lo que resulta esencial para el éxito en la carrera de salud.

Además, se ha observado que la utilización de recursos multimedia y plataformas en línea en el aula invertida ha contribuido a una mayor motivación por parte de los estudiantes, al vincular los contenidos lingüísticos con situaciones de la vida real y casos clínicos relevantes. Esto ha llevado a un aumento en la retención de información y en la aplicación exitosa de las habilidades lingüísticas en entornos prácticos.

En última instancia, este estudio respalda firmemente la efectividad y la relevancia del aula invertida para enseñar inglés a estudiantes universitarios que aspiran a carreras de salud. Los resultados demuestran que esta metodología no solo mejora las habilidades lingüísticas, asu vez, que también promueve un aprendizaje más profundo y contextualizado, esencial para el éxito en un entorno profesional y clínico. A medida que las instituciones educativas buscan optimizar sus enfoques pedagógicos, la implementación reflexiva y adaptativa del aula invertida puede considerarse una estrategia valiosa para el mejoramiento continuo de la educación en el ámbito de la salud y otras carreras profesionales.

Referencias

Abdullah, M., Supyan, H., y Kemboja, I. (2019). Implementation of Flipped Classroom Model and Its Effectiveness on English Speaking Performance. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET), 14*(09), 130–47. doi: 10.3991/IJET.V14I09.10348.

Abubakar, N.; & As'ad, N. (2020). *Quizizz in Reading Achievement*. Pp. 186–89 in iTELL Conference 2020.

Ahmad, S. (2016). The Flipped Classroom Model to Develop Egyptian EFL Students' Listening Comprehension. *English Language Teaching, 9*(9), 166. doi: 10.5539/ELT.V9N9P166.

British Council. (2015). *English in Peru: An examination of policy, perceptions and influencing factors*. Recuperado de https://ei.britishcouncil.org/sites/default/files/latinamerica-research/English%20in%20Peru.pdf

Brown, C., Kreag, D., & Doran, D. (2016). Student Perceptions on Using Guided Reading Questions to Motivate Student Reading in the Flipped Classroom. *Accounting Education, 25*(3), 256–71. doi: 10.1080/09639284.2016.1165124.

Cronquist, K. & Fiszbein, A. (2017). *El aprendizaje del inglés en América Latina*. Recuperado de https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2017/09/El-aprendizaje-del-ingl%C3%A9s-en-Am%C3%A9rica-Latina-1.pdf

De La Cruz, K.M.L., Gebera, O.W.T., Copaja, S.J.N. (2022). Application of Gamification in Higher Education in the Teaching of English as a Foreign Language. In: Mesquita, A., Abreu, A., Carvalho, J.V. (eds) Perspectives and Trends in Education and Technology. *Smart Innovation, Systems and Technologies,* vol 256. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5063-5_27

Buil-Fabrega, M., Martínez, M., Ruiz-Munzon, N., & Leal, W. (2019). Flipped Classroom as an Active Learning Methodology in Sustainable Development Curricula. *Sustainability, 11*(17):4577. doi: 10.3390/SU11174577.

Engin, M. y Donanci, S. (2016). Instructional videos as part of a 'flipped' approach in academic writing. *Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives, 13*(1), 73-80. https://doi.org/10.18538/lthe.v13.n1.231

Espinoza, E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Conrado,* 14 14(Supl. 1), 39-49. Epub 03 de diciembre de 2018. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039&lng=es&tlng=en

Espinoza, E. (2020). La búsqueda de información científica en las bases de datos académicas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas,* 3(1), 31-35. http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/219/268

Etemadfar, P., Soozandehfar, S., & Namaziandost, E. (2020). An Account of EFL Learners' Listening Comprehension and Critical Thinking in the Flipped Classroom Model. *Cogent Education, 7*(1), 1–22. doi: 10.1080/2331186X.2020.1835150.

Fahmi, R.; Friatin, L., & Irianti, L. (2020). The Use of Flipped Classroom Model in Reading Comprehension. *Journal of Applied Linguistics and Literacy, 4*(1):77–94.

Ferreira, L. y Amorim, N. (2019). Uso da plataforma web Google Classroom como ferramenta de apoio à metodologia Flipped Classroom: Relato de Aplicação No Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. *Anais Do Workshop de Informática Na Escola, 25*(1):647–56. doi: 10.5753/CBIE.WIE.2019.647.

Hashemifardnia, A.; Namaziandost, E. y Shafiee, S. (2018). Article in Theory and Practice in Language Studies. *Theory and Practice in Language Studies, 8*(6), 665–73. doi: 10.17507/tpls.0806.17.

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.

Hinojo-Lucena, F.; Custodio, A.; Trujillo-Torres, J.; Aznar-Díaz, I., & Cáceres, M. (2018). Incidence of the Flipped Classroom in the Physical Education Students' Academic Performance in University Contexts. *Sustainability, 10*(5):1334. doi: 10.3390/SU10051334.

Huang, Y., & Hong, Z. (2015). The effects of a Flipped English Classroom Intervention on Students' Information and Communication Technology and English Reading Comprehension. *Educational Technology Research and Development, 64*(2):175–93. doi: 10.1007/S11423-015-9412-7.

Kawinkoonlasate, P. (2019). Integration in Flipped Classroom Technology Approach to Develop English Language Skills of Thai EFL Learners. *English Language Teaching, 12*(11), 23-34.

Laura, K., Roque, L., Noa, S., y Rejas, L. (2022). *Flipped Classroom Methodology in English Language Learning in Higher Education*. In Innovations in Biomedical Engineering (pp. 448–459). Innovations in Biomedical Engineering. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_37

Laura-De La Cruz, K. M., Noa-Copaja, S. J., Turpo-Gebera, O., Montesinos-Valencia, C. C., Bazán-Velasquez, S. M., & Pérez-Postigo, G. S.. (2023). Use of gamification in English learning in Higher Education: A systematic review. *Journal of Technology and Science Education*, 13(2), 480. https://doi.org/10.3926/jotse.1740

Laura-De La Cruz, K.M., Bazán-Velásquez, S.M., Montesinos-Valencia, C.C., Quispe-Vargas, M., Espinoza-Vidaurre, S.M. (2023). Efficacy of the Flipped Classroom Model on Students at Jorge Basadre Grohmann National University of Tacna in English Learning. In: Mesquita, A., Abreu, A., Carvalho, J.V., de Mello, C.H.P. (eds) Perspectives and Trends in Education and Technology . *Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 320. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6585-2_28

Laura-De La Cruz, K.M., Chiri-Saravia, P.C., Flores-Piñas, H., Moscoso-Zegarra, G.W., Bahamondes-Rosado, M.E., Espinoza-Villalobos, L.E. (2023). Implementation of Digital Resources in the Teaching and Learning of English in University Students. In: Rocha, Á., Ferrás, C., Ibarra, W. (eds*) Information Technology and Systems. ICITS 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 691. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33258-6_48

Li, S., y Suwanthep, J. (2017). Integration of flipped classroom model for EFL speaking. *International Journal of Learning and Teaching, 3*(2), 118-123.

Lotfi, S. Y Siahpoosh, H. (2020). Looking at the Impact of the Flipped Classroom Model on Reading Comprehension of Iranian EFL Learners. *Arabic language literature & Culture, 5*(2), 14. http://dx.doi.org/10.11648/j.allc.20200502.12

Mehring, G. (2018). *Innovations in Flipping the Language Classroom*. Springer.

Namanziandost, E. (2019). Using games to promote English as a foreign language learners' willingness to communicate: potential effects and teachers' attitude in focus. *Front Psycho, 12*, 762447. doi: 10.3389/fpsyg.2021.762447

Öztürk, M., y Çakıroğlu, Ü. (2021). Flipped learning design in EFL classrooms: Implementing self-regulated learning strategies to develop language skills. *Smart Learning Environments, 8*(1), 1–20.

Rigo, D. Y., Riccetti, A. E., Siracusa, M., & Paolini, P. (2019). Tres experiencias sobre clases invertidas para promover el compromiso por el aprendizaje. Percepciones de estudiantes universitarios. *Páginas De Educación*, *12*(2), 43–58. https://doi.org/10.22235/pe.v12i2.1836

Sánchez, H., y Reyes, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima, Perú.

Sánchez-Cruzado, C., & Sánchez-Compaña, M. T. (2020). El modelo flipped classroom, una forma de promover la autorregulación y la metacognición en el desarrollo de la educación estadística. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado. Continuación De La Antigua Revista De Escuelas Normales*, *34*(2). https://doi.org/10.47553/rifop.v34i2.77713

Sidky, G. (2019). The Flipped Classroom Enhances Students' Speaking Skills. مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس, *243* (243), 22-50. https://dx.doi.org/10.21608/mjat.2019.103069

Statista. (2023). *The most spoken languages worldwide in 2022*. Statista. https://www.statista.com/statistics/266808/the-most-spoken-languages-worldwide/

Suppasetseree, S. y Roth, C. (2016). *Flipped Classroom: Can It Enhance English Listening Comprehension For Pre-University Students In Cambodia*? Pp. 255–64 in Proceddings of CLaSIC.

Swaran, C.; Jaswant, H.; Masa, T.; Ja'afar, H.; Abdullah, M.; Mostafa, N. y Zamri, M. (2018). Flipped Classroom Approach for Improving Speaking Skills of TVET Trainees. *International Journal of Applied Linguistics and English Literature, 7*(7):27–39. doi: 10.7575/AIAC.IJALEL.V.7N.7P.40.

Tamayo-Tejada, K.; Cari-Larico, H. y Tintaya-Cari, C. (2021). Cultura investigativa y la elaboración de tesis en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la región Puno. *Revista Científica Investigación Andina*, 21(1). https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/936/794

Universidad Metropolitana de Barranquilla. (2017). *Lineamientos Curriculares*. Recuperado de http://www.unimetro.edu.co/wpcontent/uploads/2017/10/Lineamientos Curriculares.pdf

Vargas, C. (2019). *La formación de competencias investigativas en la elaboración de tesis en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/3892

Vargas, E. (2019). *Investigación formativa y las competencias investigativas de los estudiantes universitarios de la facultad de educación y ciencias sociales de la Universidad Nacional de Ucayali – 2018* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Ucayali. https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_44749ef0c26c7e0013ca34772bcc4e71

Vega, D. (2019). Guía básica para el desarrollo de un proyecto de investigación: La investigación desde otra perspectiva. *Palabra,* 1(1), 232–234. https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/palabra/article/view/2878/3423

Wendorff-Diaz, C. A. (2019). *Aula invertida para el aprendizaje de dominio en los estudiantes del curso de metodología de la investigación de una universidad privada de Lima*. [Tesis de grado de maestria]. Universidad San Ignacio de Loyola https://repositorio.usil.edu.pe/items/7612308a-4a56-474f-b938-d19b49557a52

Wu, W.; Hsieh, J. y Yang, J. (2017). Creating an Online Learning Community in a Flipped Classroom to Enhance EFL Learners' Oral Proficiency. *Educational Technology & Society, 20*(2):142–57.

Yslado, R. (2021). *Conducta responsable en investigación y publicación*. En segundo congreso Iberoamericano de Docentes frente a la pandemia. http://formacionib.org/programa/069.pdf

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/07/2023
Aceitação/Acceptance: 06/10/2023

Contexto virtual en el aprendizaje del idioma inglés y su motivación en estudiantes de escuela secundaria

Laura-De la Cruz Kevin Mario[1], Jaliri-Calisaya Deysi Lucy[2], Mamani-Salcedo Yoni[3], Arela-Perez Susana[4], Gomez-Cruz Antonia[5], Suyco-Aquise Mabel Lizbeth[6], Goyzueta-Tomaz Augusto Alfredo[7]

kevlaura@upt.pe; ludei1117@gmail.com; jhonny.ms123@gmail.com; susana.arela.p@gmail.com; antoniaedufio@gmail.com; leyrecita20@hotmail.com; aagt8114@gmail.com

[1,2,3,4,5,6,7] Universidad Privada de Tacna

Pages: 107-120

Resumen: El propósito de esta investigación se basa en establecer el vínculo existente dentro la motivación y el nivel de adquisición del idioma inglés del alumnado perteneciente al nivel secundario de un centro educativo estatal. Es así que en base a los discernimientos investigativos se optó por un tipo de investigación básica, cual acompañada de diseño no experimental permitirá obtener una data compilada estratégica, así mismo de forma transaccional en la modalidad de correlacional. La población de estudio se comprendió por el alumnado total, extraído de cada grado del nivel secundario dentro de una Institución Educativa siendo en su totalidad teniendo como resultado final 53 participantes. Se empleó un cuestionario como instrumento para la compilación de data de la variable denominada motivación**.** En contraste, se utilizó el registro de notas para la variable "aprendizaje del idioma inglés". De tal forma que, las resultas obtenidas indican que el grado de motivación extrínseca alcanzó un 62.26% del total, mientras que la motivación intrínseca llegó al 58.49%. Además, en lo que respecta al nivel de aprendizaje del idioma inglés, se obtuvo un promedio del 67.92% en el nivel de "logro alcanzado". La conclusión principal de este estudio se basa en el hallazgo p-valor (0.000016), lo que demuestra la existencia correlacional significativa (Rho=0.555) entre ambas variables de estudio. Por otro lado, se alienta a los interesados a llevar a cabo investigaciones relacionadas para contribuir a mejorar la calidad de la educación, especialmente en lo que respecta a la enseñanza de lenguas foráneos.

Palabras-clave: inglés, Idiomas no nativos, motivación intrínseca, motivación extrínseca, correlacional.

Virtual context in English language learning and its motivation in high school students

Abstract: The main objective of this study is to investigate the correlation between motivation and English language proficiency among secondary level students at a state educational institution. Therefore, the selection of a fundamental research

approach, in conjunction with a non-experimental design, was determined based on the study findings. This combination will facilitate the acquisition of comprehensive and strategic data, as well as enable the examination of transactional correlations. The study sample comprised the entire student population, encompassing students from all grades of a secondary school inside an educational institution, totaling 53 participants. Data on the variable of motivation was collected through the utilization of a questionnaire as the primary instrument. Consequently, the findings reveal that extrinsic motivation reached a percentage of 62.26%, while intrinsic motivation amounted to 58.49%. Additionally, concerning English language proficiency, an average of 67.92% was achieved in the category of 'attained achievement.' The primary focus of this study centers around the noteworthy discovery of a p-value of 0.000016, signifying a significant and positive relationship (Rho=0.555) between the two variables. In addition, interested stakeholders are encouraged to carry out related research to contribute to improving the quality of education at regional and national level, especially with regard to the teaching of foreign languages, specifically English.

Keywords: English, Non-native languages, extrinsic motivation, intrinsic motivation, motivation.

1. Introducción

La adquisición de una lengua extranjera, específicamente el idioma inglés, se ha tornado relevante dentro de la sociedad considerándose así uno de los más hablados, por lo que se ha transformado en uno relativamente notorio, de este modo, ha conseguido posicionarse como una lengua internacional multifuncional. Obteniendo así mismo la denominación de 'lengua franca' como consecuencia de su función en el intercambio comunicativo dentro de foráneos exceptos de dicha lengua. (Minedu, 2016)

Consiguientemente, podemos definir el aprendizaje como la inserción cognitiva de cierto tópico especifico por medio del estudio, en ese sentido, la adquisición del idioma inglés es estimado como una herramienta indispensable para la senda intercomunicadora multicultural, del mismo modo, se considera en base lo descripto que el educando se situará en una posición favorable con respecto a su exterior y crecimiento personal.

Según Feldman (2005), la interiorización de conocimientos es el proceso el cual origina una permutación de conducta perdurable mediante la exhibición a estímulos desconocidos. Así, el aprendizaje alude a una modificación dentro de la conducta del mismo modo que el despliegue de diferentes destrezas sociales. Por lo mismo, esta alteración generada empíricamente de contacto directo debe ser indefinida-permanente

En un ámbito globalizado, la relevancia de la motivación con respecto al aprendizaje del idioma se ha sustentado concurridamente; al igual que las complicaciones del alumnado en el estudio de una lengua no propia (Gómez-Burgos & Sandoval-Molina, 2019). Reconociéndose los principales causantes a la labor docente por las estrategias y técnicas empleadas dentro una sesión de aprendizaje, lo cual resultaría en una traba en los objetivos planteados contemplando un rechazo del educando al aprender una nueva lengua. Para Piaget, citado en Sánchez (2020), la motivación se comprende como la ambición de querer absorber información, este deseo se manifiesta dentro del niño con

señales de insistencia por vislumbrar su exterior. Indistintamente, la motivación recae dentro del círculo de primera línea del interesado. Concluyentemente, se considera a la motivación como la base para el impulso del individuo para la realización de diferentes tareas y actividades mostrando una inclinación persistente en ellas para conseguir completar un fin determinado.

Igualmente, Muchinsky (2000) plantea la motivación como un aspecto clave dentro la adquisición una lengua ajena a la materna, ya que educarse en este, se requiere considerable cantidad de tiempo para comprender su organización estructural. Por lo que para conseguir hablar un idioma distinto se tiene ser persistente y conciso con las metas y las acciones estrategias que se llevará acabo. Así mismo, uno de los factores resaltantes respecto a la continuidad de estudios en diversas áreas es el nivel de motivación e interés que tiene el educando.

Por lo que, aprender inglés se convierte en una nueva estrategia comunicativa internacional siendo así que es necesario reconocer y dominar las habilidades que comprende este idioma; estableciéndose así la perspicacia y expresión oral, el entendimiento y producción de textos, los cuales consecuentemente con todas sus peculiaridades los individuos se ubicaran en punto favorable para erigir una comunicación intercultural. En efecto, el desafío constante que enfrenta el educador se sujeta a la acción de estimular al educando a interiorizar algo desconocido por medio de sus propio conocimiento y experiencia previa.

Por su parte, Gardner (2001) argumenta que la adquisición de un nuevo idioma es percibida por terceros como un proceso singularmente cómodo lo cual en contraste resulta de una manera diferente dado a que al aprender un idioma no natal no solo se tiene que memorizar palabras y/o estructuras gramaticales, si no, este comprende impregnarse de nueva cultura y perspectiva de vida, ocasionando un bagaje edificante tanto como desafiante.

En ese contexto, comprender la relevancia de la motivación y emplearla en el proceso de aprender inglés tiene un impacto directo en el progreso del alumnado en términos de conocimientos. Por lo tanto, el propósito de la investigación es determinar en qué medida la motivación está relacionada con el nivel de competencia en el idioma inglés.

2. Metodología

En base a los estándares investigativos, el estudio se parámetro dentro un enfoque cuantitativo, considerando el objetivo de la investigación se optó por un diseño no empírico correlacional facilitando la verificación sobre la relación entre las variables de escrudiño; Motivación y Aprendizaje del idioma inglés. (Uculmana & Lanchipa, 2000).

2.1. Población y muestra

La población atañe a 53 escolares y la muestra está figurada con su totalidad. Este alumnado abarca desde el 1°año a 5°año de secundaria pertenecientes a una Institución Publica dentro de la región Tacna, Perú.

2.2. Técnicas en el análisis de data

Técnica

Para la recolección de data dentro del estudio se inclinó por la utilización de la técnica encuesta, en consecuencia, se pudo establecer el grado de correlación entre ambas variables de estudio referente al alumnado del nivel secundario dentro de la Institución San Pablo.

Instrumentos

Se aplicó un cuestionario que considera lo siguiente:

Primera variable de estudio:

Motivación: Esta misma de subdivide comprendiendo dos dimensiones las cuales nos permitirán una escrupulosa inferencia, siendo estas; Motivación intrínseca (D1) como Motivación extrínseca (D2).

Segunda variable de estudio:

Aprendizaje del idioma inglés: Por consiguiente, se concentra detallar este imparto dentro de los aspectos que conlleva la formación del inglés siendo estos; Se comunica oralmente en inglés como lengua extranjera (D1), Lee diversos tipos de textos en inglés como lengua extranjera (D2) *y* Escribe diversos tipos de textos en inglés como lengua extranjera (D3).

2.3. Escala de medición

La variable motivación se evalúa utilizando la escala de Likert, que incluye las categorías "siempre, con frecuencia, en ocasiones, raramente y nunca". Así mismo, con respecto a la variante adquisición del idioma inglés se consideran las categorías inicio, proceso, logro alcanzado y logro destacado con el objetivo de reconocer el grado de relación de ambas variables en los estudiantes pertenecientes a la muestra de la investigación.

2.4. Confiabilidad

Como lo hace notar López-Fernández et al. (2019), se contrastó la confiabilidad del instrumento de medición del cuestionario de mediante el uso del coeficiente de Alfa de Cronbach, se obtiene como resultado 0,85, lo cual evidencia una alta confiabilidad. En suma, para el instrumento de la segunda variable aprendizaje de inglés se consideró las calificaciones finales obtenidas al final de un bimestre académico respectivamente.

3. Resultados

Correspondiente a la **Tabla 1,** se revela que del total del alumnado quienes participaron dentro de este estudio quienes así mismo comprenden el nivel secundario, puntuaron un alto grado de motivación intrínseca obteniendo un 58,49 del 100%. Por otro lado, del 100% solo un 26.42 mostró un nivel medio de dicha motivación, siendo que el resto resultó con bajo nivel. En términos generales, considerando el promedio arimétrico global de la variable se obtiene que, la motivación intrínseca se encuentra en una escala

alta con el valor de 29.32. Específicamente, en cuanto a la dimensión de motivación extrínseca, el 62.26 del 100% sobre alumnado exhibieron un nivel alto de la misma. Además, un 18.87% presentaron un nivel medio y bajo sobre la motivación externa.

Motivación - Dimensiones	Estudiantes del nivel secundario			
	Motivación intrínseca		Motivación extrínseca	
	n	%	n	%
Bajo (8-21)	8	15.09	10	18.87
Medio (22-28)	14	26.42	10	18.87
Alto (29-40)	31	58.49	33	62.26
Total	**53**	**100.00**	**53**	**100.00**

Tabla 1 – Desglose de forma descriptiva frecuencial de la variable motivación según sus apartados (D1) Motivación intrínseca (D2) Motivación extrínseca

Motivación	Estudiantes del nivel secundario	
	n	%
Bajo (16-41)	8	15.09
Medio (42-54)	11	20.75
Alto (55-80)	34	64.15
Total	**53**	**100.00**

Tabla 2 – Revisión sobre la distribución de frecuencia de la variable 'motivación'.

Con respecto a la **Tabla 2,** se evidencia que, de los 53 estudiantes de muestra correspondientes a cada grado del nivel secundario, el 64.15 del 100% reflejó un grado relativamente alto de motivación. Así como en el nivel medio se visualizó 20.75 del 100% mientras que un 15.09 del 100% presentó un nivel bajo. Asimismo, considerando el promedio arimétrico global de la variable se obtiene que, la motivación se sitúa en un nivel **alto** con el valor de 59.19.

Aprendizaje del idioma inglés - Dimensiones	Estudiantes del nivel secundario					
	D1: Se comunica oralmente		D2: Lee diversos tipos de textos escritos		D3: Escribe diversos tipos de textos	
	n	%	n	%	n	%
Nivel de inicio (0-10)	0	0.00	1	1.89	2	3.77
Nivel de proceso (11-13)	8	15.09	12	22.64	26	49.06
Logro alcanzado (14-17)	45	84.91	40	75.47	23	43.40
Logro destacado (18-20)	0	0.00	0	0.00	2	3.77
Total	**53**	**100.00**	**53**	**100.00**	**53**	**100.00**

Tabla 3 – Lisis descriptivo frecuencial de la variable 'aprendizaje del idioma inglés' según sus dimensiones

En referencia a la **Tabla 3,** se refleja que en lo que respecta a la D1 el 84.91 del 100% los estudiantes alcanzaron el nivel de "logro alcanzado", lo que implicaría que sus calificaciones se ubiquen dentro 14-17. En segundo lugar, el 15.09 del 100% se encuentran en el nivel de "Proceso", con calificaciones que oscilaron entre 11-13. En contraste, no se encontraron estudiantes en los niveles de "Logro destacado", ni en el nivel de "Inicio".

En lo que respecta componente, a la D2 el 75.47 del 100% del alumnado total lograron alcanzar un nivel de "Logro alcanzado", es decir, obtuvieron calificaciones dentro del rango de 14 a 17. En segundo lugar, el 22.64 del 100% se encontraban en el nivel de "Proceso", con calificaciones que oscilaron entre 11 -13. Solamente 1 estudiante quien representaría 1.89 del 100% del total logró mantenerse en Inicio, y no se identificaron estudiantes en el nivel 'destacado'. En relación al tercer componente, que se refiere a la D3, el 49.06 del 100% de los estudiantes se encontraban en el nivel de "Proceso", lo que significa que obtuvieron calificaciones mayores a 11 y menores a 14. Además del total del alumnado solo el 43.40 del 100% lograron alcanzar un nivel de 'alcanzado', con calificaciones dentro del rango de 14 a 17. Solamente un estudiante (1.89%) mantuvo un nivel de "Inicio", y se identificaron solo 2 estudiantes equivalentes al 3.77 del 100% en el nivel de "Logro destacado", que es igual al porcentaje de estudiantes en el nivel de "Inicio".

Aprendizaje del idioma inglés	Estudiantes del nivel secundario	
	n	%
Nivel de inicio (0-10)	0	0.00
Nivel de proceso (11-13)	17	32.08
Logro alcanzado (14-17)	36	67.92
Logro destacado (18-20)	0	0.00
Total	53	100.00

Tabla 4 – Análisis distributivo sobre la reiteración de la variable aprendizaje del idioma inglés

Acerca de la **tabla 4,** los resultados muestran que en lo que respecta a la variable "aprendizaje del idioma inglés", el 67.92 del 100% del alumnado obtuvieron calificaciones mayores a 14 y menores que 17 obteniendo un nivel de "logro alcanzado". En segundo lugar, el 15.09 del 100% se ubicaron en el nivel de "Proceso". Además, no se encontraron estudiantes en los niveles de "Logro destacado" ni en el nivel de "Inicio". Así mismo, el promedio aritmético la puntuación directa de la variable mencionada es de 14.12, por lo que se resume dentro del rango de "Logro alcanzado".

Motivación	Aprendizaje del idioma inglés								Total	
	Nivel de inicio		Nivel de proceso		Logro alcanzado		Logro destacado			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Bajo	0	0.00	8	15.09	0	0.00	0	0.00	8	15.09
Medio	0	0.00	7	13.21	4	7.55	0	0.00	11	20.75
Alto	0	0.00	2	3.77	32	60.38	0	0.00	34	64.15
Total	**0**	**0.00**	**17**	**32.08**	**36**	**67.92**	**0**	**0.00**	**53**	**100.00**

Tabla 5 – Análisis de distribución de frecuencia relación de la motivación y el aprendizaje del idioma inglés

Sobre la **tabla 5**, con respecto a la motivación, se indica la existencia de grupo significativo que representa el 15.09 del 100%, que muestra un nivel bajo, al mismo tiempo, un nivel de aprendizaje en proceso. De manera similar, el 60.38 del 100% de

los estudiantes lograron un nivel alto de motivación y, al mismo tiempo, un nivel de aprendizaje de logro alcanzado.

Coeficiente	Variable	Correlaciones	Aprendizaje del idioma ingles
Rho de Spearman	Motivación	Coeficiente de correlación	0,555**
		Sig. (bilateral)	0,000
		N	53

Tabla 6 – Resultas de la investigación acorde al coeficiente Rho de Spearman

En relación a la **tabla 6** muestra, según los resultados de la aplicación correlativa de Spearman (Rho=0.555) indican que existe una relación con orientación favorable. Se alude por ende según aspectos interpretativos una existencia de correlación entre las variables de investigación. Por añadidura, considerando los valores para trascendencia se percibe un p valor de 0,000016 menor a $\alpha = 0.05$ que por teoría valida la existencia de una correlación entre variables.

4. Discusión

El designio principal de esta investigación academia se centró en determinar la relación entre la motivación y el grado de aprendizaje de inglés en el alumnado correspondiente al nivel secundario del Centro Institucional San Pablo, ubicada en Tacna, región Tacna. Así mismo el proceso se llevó el año 2022. Por lo tanto, después de haber presentado y explicado los resultados obtenidos en el estudio, se procede a llevar a cabo la discusión pertinente.

Considerando un panorama general, los veredictos en relación a las variables de análisis fueron de carácter significativo siendo así que, se establece una correlación entre ambos aspectos de estudio, lo que significa que, sí los estudiantes divisan una motivación de forma interna o externa, por inercia se demostraran un desempeño resaltante en proporción a el aprendizaje de idiomas.

Así mismo, Chacón et al. (2021), Valera (2019) y Castellano et al. (2014) dentro de sus proyectos investigativos correspondientes, encontraron irrefutable evidencia de un vínculo entre ambas variables de estudio.

En relación a las categorías de motivación analizadas, se concluye que la motivación extrínseca es aproximadamente un 4% más alta a comparación de la intrínseca en el nivel alto. Por lo tanto, se determina que dentro de la muestra examinadas se presenta a la motivación exterior como predominante. En contraste con lo planteado por Castellano et al. (2014) quien se por medio de su investigación estableció que dentro su alumnado se presentaba una depresión de la motivación extrínseca.

Los descubrimientos de este proyecto, se puede sustentar bajo el planteamiento de preocupación dentro de los estudiantes por su vida académica, específicamente, las

notas del curso serían el motivo en el cual se presencia una diferencia a la motivación interna que debería tener el educando. (Barrera et al., 2014).

La motivación extrínseca si bien es una variante predominante, esto no quiere referir a que los educandos no estén fidedignamente interesados en aprender un nievo idioma, pues como Valera (2019) sustenta en su estudio de análisis su muestra investigativa remite un 60% de predominio en la motivación intrínseca.

Por lo tanto, se comprende que dentro el sistema educativo se presencia alumnos que se involucran considerablemente dentro las lecciones que toman demostrando un desempeño propio buscando una satisfacción y progreso de sus propias destrezas (Saavedra, 2022).

En contraste, es indispensable aludir el nivel satisfactorio que alcanzaron los estudiantes en respecto a este estudio logrando un 64,15% demostrando un grado de motivación alto en general. No obstante, se recopilo un 15,09% de muestra no presenta un interés para aprender un nuevo idioma comprendiéndose esto como un nivel bajo de motivación, que puede ser tomado como una situación preocupante dentro del sistema en el que se enseña involucrando el mal empleo de las metodologías de enseñanzas.

Pese a esta situación, el determino sobre la orientación para solucionar esta situación cae en pese a las acciones que se tomen dentro el aula, como argumenta Leguizamón (2013) las inteligencias múltiples pueden jugar un papel importante dentro la elaboración de estrategias para el incremento de la motivación e interés del alumnado. Es por lo que, **es** rotundamente necesario que las actividades, recursos y metodologías se basen y se moldeen de acuerdo a los múltiples requerimientos que el educando pueda tener en el proceso de aprendizaje.

Por añadidura, sustentándonos en base a los resultados de este estudio se observa un predominio de logro dentro la destreza oral obteniendo un porciento de 84,9% del total correspondiente a la variable del aprendizaje del idioma inglés. Esta conclusión refuta a lo demostrado por el investigador Saavedra (2022) quien sustenta tanto a la habilidad de habla como una de las más complejas de alcanzar, así como a la habilidad de escucha.

Por lo tanto, se puede concluir que los esfuerzos en la enseñanza del inglés, especialmente en lo que respecta a la habilidad de comunicación oral, están en sintonía con la perspectiva de enseñanza promovida por el Ministerio de Educación, cual impulsa la enseñanza del inglés desde una perspectiva comunicativa.

Específicamente, dentro del apartado de lectura en el idioma inglés se encontró un relevante pico dentro el grado de logro alcanzado correspondiéndole así un 75,47% del total, lo cual se resume a este como resultado de una presencia favorable en el aprendizaje de comprensión de textos, siendo minuciosos en la adquisición de información, así como lograr una reflexión sobre las mismas. (Laura et al., 2021; Laura et al., 2021; Laura-De La Cruz et al., 2022). Así mismo, este veredicto se sustenta dentro las conclusiones que obtuvo Romaní (2019) quien establece en sus hallazgos sustanciales en la habilidad lectora de los estudiantes en el curso de inglés es sobresaliente en relación a su motivación.

Por otra parte, la habilidad de escritura arrojó resultados diferentes a las otras dimensiones, incluso que esta destreza obtiene el 43,40% de niveles altos no se desenvolvió favorablemente continuándose con un porciento de casi la mitad de la

muestra (49,06%) aún continuaba en proceso en lo que corresponde a una traba para el aprendizaje pues se concluye que el resto del alumnado no poseen una adecuación, estructuración y formación sobre escritos en el idioma inglés. (Laura-De La Cruz & Tolentino., 2022; Laura-De La Cruz et al., 2023).

Como enfatiza Sarmiento (2021) en los resultados de su investigación, la destreza de escritura es una de las más bajas sin importar sí el aspecto motivacional estaba de por medio por lo que se comprende que dentro de este aspecto la motivación no tiene resultados directos siendo que se requiere de la búsqueda de nuevas estrategias para incrementar estos resultados. La escritura creativa como sugiere Del águila (2017) se convierte en una estrategia de gran peso para la superación de este declive, por lo que, en su investigación introduciendo táctica se contempló resultados satisfactorios.

Desde un panorama general, la data obtenida bajo esta investigación se comprende como correlacionales directos fundamentándose principalmente en las trascendencias que los estudiantes lograron generando un nivel alcanzado dentro el 67,92% del total en la variable de aprendizaje. Aun así, un porciento menor de la mitad del total del alumnado se encuentra aún en el nivel de proceso por lo que ese 32,08% aún se ve afectado en el proceso de aprender un nuevo idioma. A similitud, Chacón y Jayo (2021) dentro de su estudio relata que, la introducción de la motivación en su muestra estudiada significó un logro equitativo con las destrezas del idioma inglés desembocando una mejoría en su actitud receptiva en el área. Aunque, estos descubrimientos son relativamente contrastante con lo que Valera (2019) describe como un desequilibrio dentro de sus resultados finales pues sí bien se goza de un grado prominente de motivación el nivel de aprendizaje del inglés viene siendo muy bajo. (Laura-De La Cruz et al., 2023). No obstante,

Resumiendo, este proyecto sirve como punto de referencia para la concentración en el implemento de nuevas estrategias con sumo cuidado y rapidez para el área de inglés y otros dentro el nivel secundario. Sí bien las pautas de mejoras son claras, no obstante, para unos resultados dimensionales de todo el sector donde se encuentre el sondeo de problema se tendría que ahondar bajo una investigación con una población mucho más extensa.

5. Conclusiones

Se concluye basándonos en los datos recopilados y en el análisis estadístico correspondiente, que las nuevas estrategias y actividades que se utilicen para introducir al alumnado a nuevas destrezas es de valor significativo para su progreso académico. Por lo que es imperativo conocer e investigar sobre diferentes estrategias que se caractericen por su interactividad siendo así que se pueda guiar a todos los educandos hacia un progreso satisfactorio en conjunto.

De acuerdo a los resultados de la investigación, se ha evidenciado una conexión entre ambas variables. Es decir, en bajo a un ámbito estadístico, se manifiesta una correlación destacable entre ambas argumentándose en la confiabilidad de Rho obteniendo un 0.555 por lo que permite entender una derivación equitativa de una variante y otra, en otras palabras, con sustento en su resultado de significancia p en un resultado <0.05

sí los estudiantes se encuentran altamente impregnados con motivación, por ende, los estudiantes, percibirán un dominio del inglés.

En relación a los objetivos específicos, se observó que existe un vínculo influyente con respecto a la dimensión de la variable 1 cual se confirma obteniendo un Rho de grado considerable (0.588) siendo así que la motivación intrínseca se posicione como una variante notable para el nivel de concepción del idioma inglés, es decir, con sustento de la significancia p es menos de 0.05 se infiera que sí uno es alto por consiguiente el otro de igual manera.

Así mismo, se resaltó una conexión convincente con respecto a la dimensión de la variable 1 la cual se basa en una motivación exterior, por lo que desde una perspectiva analística se somete ante una correlación con la otra variable obteniendo un Rho considerado como sustancial para determinar su relación de 0.520. Causalmente, bajo a una significancia p menor de 0.05 se percibe que, mientras el educando experimente una motivación extrínseca alta será equivalente a su recepción para la adquisición del idioma.

Referencias

Arno, F. (1980). *Introducción a la psicología*. México: McGraw Hill.

Barrera, J; Curasma, A. y Gonzáles, A. (2014). *La motivación y su relación con el aprendizaje del idioma inglés en los estudiantes del cuarto grado de secundaria de la Institución Educativa Manuel Gonzales Prada de Huaycán, Vitarte 2012* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/673

Barrientos, L. (2011). *Motivación escolar y rendimiento académico en alumnos de cuarto año de secundaria de la I.E. de Ventanilla de Lima* [Tesis de maestría, Universidad San Ignacio de Loyola] Repositorio Institucional Universidad San Ignacio de Loyola. https://repositorio.usil.edu.pe/items/52aff645-bcbf-4048-9689-b1de0eafc1e7

Becquer, G. (1978). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Marcea.

Cabanac, H. (2006). *La evaluación comunicativa, factor de desarrollo humano, organizativo y curricular*. Perú: Aula

Campos, J., y Palomino J. (2006). *Introducción a la Psicología del Aprendizaje*. Perú: Editorial San Marcos.

Castellano, A.; Ninapaytan, D. y Segura, H. (2014). *La motivación y su relación con el aprendizaje del idioma inglés en los estudiantes del tercer grado de secundaria de la Institución Educativa 1283 Okinawa, Ate-Vitarte, 2014* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/703

Castillo, L. (2015). *La motivación y su relación con el rendimiento académico en la asignatura de inglés básico en los estudiantes de inglés – francés, primer ciclo, promoción 2015, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/1119

Chacón, C. (2006). Las creencias de autoeficacia: un aporte para la formación del docente de inglés. *Acción Pedagógica*, 15, 44-54.

Chacón Ríos, D., & Jayo Barros, M. (2021). La motivación y el aprendizaje del idioma inglés, en estudiantes de la Institución Educativa Nº 1255, Walter Peñaloza Ramella, Lima, 2021. *Paidagogo*, 3(2), 55–72. https://doi.org/10.52936/p.v3i2.67

Cívicos, A.; y Hernández, M. (2007). Algunas reflexiones y aportaciones en torno a los enfoques teóricos y prácticos de la investigación en trabajo social. R*evista Acciones e investigaciones sociales*, 23, 25-55.

Cohen L.; y Morrison, K. (2003). *Research methods in education*. Londres: Routledge Falmer.

Cooper, J.; y Olson, J. (2002). *Psicología social*. Madrid: Paraninfo.

Del Águila, V. (2017). *Improving learners' fluency through the implementation of creative writing in the EFL classroom* [Tesis de Maestria, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Universidad de Piura. https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2644

Díaz, F.; y Hernández, G. (2004). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo una Interpretación Constructivista*. México: Mc Graw Hill. University Press.

Eccles, J.; y Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.

Feldman, R. (2005). *Psicología: con aplicaciones en países de habla hispan*a. Mexico: McGraw Hill.

Flores, J. (2007). *Aprendizaje, principios básicos del aprendizaje*. Segunda Edición. Argentina.

Gallego, S. (2009). *Teoría de las inteligencias múltiples en la enseñanza de aprendizaje de español como lengua extranjera* [Tesis de Maestria, Universidad de Salamanca]. Repositorio Institucional Universidad de Salamanca. https://gredos.usal.es/handle/10366/76442

Gardner, R. (2003). *Estimular las inteligencias múltiples*. España: Narcea.

Hernández, E. (2014). *El B-learning como estrategia metodológica para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de inglés de la modalidad semipresencial del departamento especializado de idiomas de la Universidad Técnica de Ambato*. (Tesis doctoral). Madrid: Universidad de Ambato [Tesis doctoral, Universidad de Ambato.]. Repositorio Institucional Universidad de Ambato. https://eprints.ucm.es/id/eprint/29610/

Laura, K., Morales, K., Clavitea, M., & Aza, P. (2021). Aplicación Quizizz y comprensión de textos en inglés con el contenido de la plataforma educativa "Aprendo en Casa". *Revista Innova Educación*, 3(1), 151-159. https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.007

Laura, K., Noa, S.., Lujano, Y., Alburqueque, M., Medina, G., & Pilicita, H. (2021). Una nueva perspectiva desde la enseñanza de inglés. El aprendizaje invisible y sus aportes en la adquisición de una lengua extranjera. *Revista Innova Educación*, 3(3), 140-148. https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.009

Laura-De La Cruz, K. M. L., Gebera, O. W. T., & Copaja, S. J. N.. (2022). Application of Gamification in Higher Education in the Teaching of English as a Foreign Language. *In Advances in Intelligent Decision Technologies* (pp. 323–341). Advances in Intelligent Decision Technologies. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5063-5_27

Laura De La Cruz, K. M., & Tolentino Cotrina, M. P. (2022). Quizizz en el aprendizaje del inglés en estudiantes de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, 2021. *Puriq*, 4, e298. https://doi.org/10.37073/puriq.4.298

Laura-De La Cruz, K. M., Roque-Coronel, L.-M., Noa-Copaja, S. J., & Rejas-Junes, L. R.. (2022). Flipped Classroom Methodology in English Language Learning in Higher Education. *In Lecture Notes in Networks and Systems* (pp. 448–459). Lecture Notes in Networks and Systems. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_37

Laura-De La Cruz, K.M., Bazán-Velásquez, S.M., Montesinos-Valencia, C.C., Quispe-Vargas, M., Espinoza-Vidaurre, S.M. (2023). Efficacy of the Flipped Classroom Model on Students at Jorge Basadre Grohmann National University of Tacna in English Learning. In: Mesquita, A., Abreu, A., Carvalho, J.V., de Mello, C.H.P. (eds) *Perspectives and Trends in Education and Technology*. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 320. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6585-2_28

Laura-De La Cruz, K. M., Noa-Copaja, S. J., Turpo-Gebera, O., Montesinos-Valencia, C. C., Bazán-Velasquez, S. M., & Pérez-Postigo, G. S.. (2023). Use of gamification in English learning in Higher Education: A systematic review. *Journal of Technology and Science Education,* 13(2), 480. https://doi.org/10.3926/jotse.1740

Lewis, R. (2003). *Tests psicologicos y evaluacion*. Mexico: Pearson.

Locke, E. (1985). *Teoría de la fijación de metas*. EE.UU.

López Fernández, R., Avello Martínez, R., Palmero Urquiza, D., Sánchez Gálvez, S., & Quintana Álvarez, M. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(2), 441-450. https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/331

Lozano, L.; García, E.; y Gallo, P. (2000). *Relación entre motivación y aprendizaje*. Oviedo: Psicothema.

Maslow, A. (1991). *Motivación y personalidad*. Madrid: Diaz de Santo.

Mayer, R. (1992). *Guiding students' cognitive porcessing of scientifc information in text*. En M. Pressley, K.R. Harris y J.T. Guthrie (Eds.), Promoting academic competence and literacy in school. San Diego: Academic Press

MINEDU (2016). *Diseño Curricular Nacional*. Lima: MINEDU

Muchinsky, P. (2000). *Psicología aplicada al trabajo*. España: Thompson Learning,

Nereci, I. (1991). *Hacia una didáctica general dinámica*.Buenos Aires: Ed Kapelusz.

Palella, S.; y Martins, F. (2010). *Tipos y diseño de la investigación*. Caracas: FEDUPEL.

Palmero, F. (2005). Motivación: conducta y proceso. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 8 (20-21), 1. http://reme.uji.es/articulos/numero20/6motibio/texto.html

Pérez, G. (2018). *Correlación entre la motivación escolar y el rendimiento académico del área de inglés con los estudiantes del primer año de educación secundaria de la Institución Educativa Parroquial Señor de los Milagros (circa) del distrito de Yura de Arequipa 2018* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Agustín. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7946

RAE (2022). *Meta*. Real Academia Española. Recuperado el 08 de septiembre del 2022 de:

Rodríguez, M. (2008). *Motivación y emoción en la enseñanza-aprendizaje de idiomas* [Tesis de maestría, Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional Universidad de Oviedo. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=68078

Rodriguez, Z. (2012). *La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. Santiago de Cuba.

Romaní, Y. (2019). *Motivación y la comprensión de lectura en idioma inglés en estudiantes de 4° y 5° de Educación Secundaria de la IE Ricardo Palma, Chuparo – Chincheros, 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31903

Saavedra, M. (2022). *Motivación en el aprendizaje del idioma inglés en estudiantes del cuarto de secundaria de un Colegio Particular de Ate, 2021* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82377

Sánchez, H. (1983). *Metodología y diseño de investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos.

Sánchez, M. (2020). *La Motivación en el Aprendizaje del Inglés a través del Trabajo por Proyectos de los Estudiantes del Grado Séptimo de una Institución Educativa Oficial de Cali* [Tesis de maestría, Universidad Icesi Cali]. Repositorio Institucional Universidad Icesi Cali. http://biblioteca2.icesi.edu.co/cgi-olib?oid=324646

Santrock, J. (2004). *Psicología de la educación*. Colombia: Editorial McGraw Hill.

Sarmiento, R. (2021). *Relación entre la motivación intrínseca y el aprendizaje de idioma inglés del nivel secundario en una I.E. Trujillo -2021* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71552

Schunk, D. (1991). *Teorías del aprendizaje*. Mexico: Editorial Prentice hispanoamericana. S.A.

Shuell, T. (1988). *The Role of the Student in Learning from Instruction*. New York: Elsevier

Silvestre, M. y Zilberstein, J. (2001). *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Soriano, M. (2001). La motivación, pilar básico de todo tipo de esfuerzo. *Proyecto social: Revista de relaciones laborales*, 9 (1), 163 – 184. http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/administer/article/view/550/496

Valera, D. (2019). *Motivación y aprendizaje del idioma inglés en los estudiantes del segundo año de la especialidad de idiomas de la facultad de ciencias de la educación de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, 2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Agustín. https://repositorio.unsa.edu.pe/items/3768f496-b20d-460c-a845-c3073552c9e9

Vargas, A. (n.d.). *10 razones para aprender el idioma inglés. Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*. Retrieved January 12, 2022, from https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n8/p2.html

Vygotsky, L. (1978). *Desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Cambridge: Harvard College.

Woolfolk, A. (1999). *Psicología educativa*. México: Prentice Hall.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 04/07/2023
Aceitação/Acceptance: 15/10/2023

Uso de la Plataforma Classroom y el Proceso de Evaluación: Un Estudio de Caso en Trujillo

Mery C. Bustamante-Saldaña[1], Erly A. Velarde-Pereda[1], Segundo E. Cieza-Mostacero[1], Luis A. Flores-Rodriguez[1], Claudia E. Mori-Ugarte[1], Raul Y. Lozano-Peralta[1]

mbustamantes2@upao.edu.pe; evelardep1@upao.edu.pe; sciezam1@upao.edu.pe; lfloresr1@upao.edu.pe; cmoriu1@upao.edu.pe; rlozanop@upao.edu.pe

[1] Universidad Privada Antenor Orrego, 13001, Trujillo, Perú.

Pages: 121-133

Resumen: El objetivo general fue determinar la relación entre el uso de la plataforma Classroom y el proceso de evaluación de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023. El tipo de investigación fue básica con diseño no experimental de corte transversal correlacional simple y se utilizó como instrumentos fichas de observación. En la variable uso de la plataforma Classroom los resultados en inicial fueron: 695 trabajos subidos y 962 recursos usados; en primaria, el promedio de tiempo de duración de la clase fue 755.97 horas decimales y en trabajos subidos el promedio fue 2960; el promedio de duración de la clase en secundaria fue 852.71 y 2456 trabajos subidos. En la variable proceso de evaluación, el total de trabajos asignados para los 3 niveles fueron: en inicial 2077 trabajos asignados; en primaria 21061 y en secundaria 14677 trabajos asignados. En conclusión, si existió relación entre la plataforma Classroom y el proceso de evaluación.

Palabras-clave: Classroom; proceso; evaluación; docentes; plataforma.

Use of the Classroom Platform and the Assessment Process: A Case Study

Abstract: The general objective was to determine the relationship between the use of the Classroom platform and the evaluation process of the teachers of the Hermanos Blanco school in Trujillo in the year 2023. The type of research was non-experimental with a simple correlational cross-section and observation sheets were used as instruments. In the variable use of the Classroom platform, the initial results were: 695 jobs uploaded and 962 resources used; in elementary school, the average duration of the class was 755.97 decimal hours and in uploaded works the average was 2960; the average duration of the class in high school was 852.71 and 2456 works uploaded. In the evaluation process variable, the total number of jobs assigned for the 3 levels were: in initial 2077 jobs assigned; in primary 21061 and in secondary 14677 assigned jobs. In conclusion, if there was a relationship between the Classroom platform and the evaluation process.

Keywords: *Classroom; process; assessment*; teachers; platform.

1. Introducción

Para fines del año 2019, apareció una enfermedad iniciada en un mercado de la ciudad de Wuhan-China, que se dilató rápidamente en el país y después llegó a todos los rincones del mundo. El virus SAR-COV-2 se transmitió velozmente entre las personas, mediante estornudos o serosidades pulmonares, las expulsiones de partículas respiratorias fueron capaces de alcanzar distancias de aproximadamente 3 metros, logrando crear cuadros de tipos inflamatorios graves empeorando a los pacientes, lo que causó grandes pérdidas humanas (Bonilla, 2020).

El COVID-19 se expandió por todo el mundo de manera muy apresurada, además de susto y ansiedad, creó dificultades inconcebibles, que se extendió desde ambientes sanitarios hasta económicos, políticos y culturales. Ni los rigurosos controles en los distintos aeropuertos o la realización de aislamientos obligatorios, fueron impedimento para la propagación del virus (Acevedo *et al.*, 2021).

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020) dio a conocer que, para el periodo trimestral de abril a junio del 2021, el 86.7% entre niños y niñas de 3 a 5 años, tuvieron acceso a educación de nivel inicial desde sus hogares, mientras tanto, para el área urbana las clases recibidas fueron del 86.2% y en el área rural del 88.4%, en comparación al trimestre del 2020, se observó un incremento de manera significativa en zonas rurales y nacionales con el 5.0 a 7.4%, en el área urbana aumentó en 4.3%.

En el 2019, el centro educativo alcanzó un total de 1410 alumnas en los 3 niveles, no obstante, la cantidad redujo cuando el tema del COVID-19 afectó a la economía de los padres, puesto que muchos de ellos perdieron sus trabajos a causa de la coyuntura que se evidenció, dejando al colegio en el 2021, con tan solo 43 niñas en inicial, 580 para primaria y 334 en secundaria, ya para el 2022, hasta mediados de septiembre se llegó a percibir un incremento en los 3 niveles. Teniendo en cuenta la situación de acontecimiento salubre y aislamiento social que el gobierno llegó a disponer, se planteó un método de trabajo desde casa, en el cual, las clases fueron transmitidas por los profesores desde sus hogares y se planteó determinar si el uso de la plataforma Classroom se relacionó con el proceso de evaluación de los docentes del Colegio Hermanos Blanco.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Determinar la relación que existe entre el uso de la plataforma Classroom y el proceso de evaluación de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023.

2.2. Objetivos específicos

1. Identificar el tiempo de duración de la clase, trabajos subidos y número de recursos usados.
2. Identificar los trabajos asignados y revisados por parte de los docentes.
3. Determinar la relación que existe entre los indicadores de la plataforma Classroom y el proceso de evaluación.

3. Aspectos teóricos

3.1. Plataforma E-learning

La plataforma e-learning fue un proceso de enseñanza y aprendizaje en instituciones educativas, gracias a las tecnologías de la información y comunicación, se pudo sugerir cómo abordar y preparar la formación docente (Acosta y Acosta, 2019).

3.2. Plataforma virtual Classroom

Para Martín *et al.* (2021), la plataforma desarrolló herramienta de interacción, entre el profesor y alumno, eso fue en reemplazo del aprendizaje presencial o como alternativa de formación, también creó un entorno virtual en constante actualización con las actividades o exámenes que se publicó en la plataforma. Para esta investigación, según Berretta *et al.* (2019), identificaron 3 indicadores:

1. Duración de la clase: Dicho indicador correspondió al tiempo de duración de las clases de en las áreas correspondientes, los estudiantes que estuvieron conectados a la plataforma classroom, haciendo las actividades dejadas por sus maestros.
2. Trabajos subidos a la plataforma: Correspondió al número total de veces en que los estudiantes presentaron las actividades o trabajos dejados virtualmente por los docentes.
3. Número de recursos usados: Correspondió a la cantidad de materiales usados para las estudiantes, por ejemplo, el número de power point subidos a la plataforma, videos estudiantes, juegos didácticos, entre otros que hayan sido de utilidad para la enseñanza de las estudiantes.

3.3. Proceso de evaluación

El proceso de evaluación fueron estrategias pedagógicas, en el cual, se motivó a los alumnos a lograr conocimientos para su buena formación y estuvieron orientados al progreso continuo, del mismo modo, cumplieron un elemento fundamental para la optimización del desarrollo de la educación de los educandos (Martínez *et al.*, 2019). Pérez *et al.* (2020) identificaron 2 indicadores, los cuales fueron:

1. Trabajos revisados: Correspondió al número total de trabajos revisados por día por parte de los docentes, los alumnos resolvían y subían a la plataforma las actividades que se dejaban de forma virtual.
2. Trabajos asignados: Se refirió a las actividades y foros que se les encargó en cada curso al momento que se terminaba una clase.

4. Materiales y Métodos

4.1. Población y muestra

Para Castro (2019) a la población también se le considera como el universo de estudio, en él se abarcan conjuntos totales de individuos o cosas que tuvieran similitud de

características, por ello, la población estudiada estuvo conformada por 930 registros relacionadas al uso de classroom y el proceso de evaluación que se generó entre los meses de marzo a diciembre del 2022. La cual se puede consultar en el siguiente enlace https://acortar.link/sQouSH. Además, Ojeda (2020) mencionó que la muestra viene a hacer una parte específica del universo que será estudiada o investigada, por ello, es necesario que tengan iguales características que la población. En el caso de la investigación se trabajó con la misma cantidad de la población, es decir, con todos los registros que se generó en el colegio Hermanos Blanco de la ciudad de Trujillo.

N°	V.	Indicador	Fórmula	Descripción variables	
1	*Uso de la plataforma Classroom*	*Tiempo de duración de la clase*	TDC=TFC-TIC	TDC: Tiempo de duración de la clase	TFC: Tiempo final TIC: Tiempo inicial
2		*Trabajos subidos a la plataforma*	TT = NTS-NTNS	TT: Total de trabajos	NTS: Número de trabajos subidos NTNS: Número de trabajos no subidos
3		*Número de recursos usados*	NRU= NRA-NRNU	NRU: Número De recursos usados	NRA: Número de recursos asignados NRNU: Número de recursos no usados
4	*Proceso de evaluación*	*Trabajos revisados*	TR = TT- TNR	TR: Trabajos revisados	TT: Total de trabajos TNR: Trabajos no revisados
5		*Trabajos asignados*	TTA= NTP-NTNA	TTA: Total de trabajos asignados	NTP: Número de trabajos planificados NTNA: Número de trabajos no asignado

Tabla 1 – Fórmulas de los indicadores

4.2. Tipo y diseño de la investigación

La investigación fue tipo básica con diseño no experimental correlacional simple, según Ortiz *et al.* (2019) mencionaron que, dichas investigaciones poseen como objetivo, conocer la proporción o nivel de agrupación que existen entre dos o más variables y categorías en un argumento particular.

4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó fue la observación, según Retegui (2020) radica en recopilar información sobre un fenómeno real, el cual, permite conocer cómo se desarrolla el objeto de estudio. El instrumento han sido fichas de observación, para Verástegui *et al.* (2022) fueron herramientas de recopilación de datos, lo que permitió un análisis detallado de situaciones específicas con comportamientos y características individuales. Para la variable uso de la plataforma Classroom, se consideró las fichas de observación adaptado de Berretta *et al.* (2019) para los 3 indicadores: duración de la clase, trabajos

subidos a la plataforma y recursos usados. Para medir la variable proceso de evaluación, se empleó la ficha de observación adaptado de Pérez *et al.* (2020) y se consideró a 2 indicadores: trabajos revisados y trabajos asignados. Todos los indicadores se midieron a través de fórmulas matemáticas recolectadas por el equipo investigador, con respecto a la confiabilidad y validez de las fichas de observación, estas no se llegaron a validar.

4.4. Procesamiento y análisis de datos

Se usaron 5 fichas de observación, las cuales han sido: tiempo de duración de la clase, trabajos subidos a la plataforma, recursos usados, trabajos revisados y trabajos asignados. Los datos se analizaron de 2 maneras: Para el análisis descriptivo se registró mediante Microsoft Excel 2016, después de ello, se realizó la suma respectiva por cada nivel y sección. Para el análisis inferencial, se usó el Paquete estadístico empleado en ciencias sociales y aplicadas (SPSS) en ella, se llevó a cabo la prueba de normalidad para determinar si los datos siguen o no con una distribución normal, considerando que el valor alfa es igual a 0.05 y que los criterios de decisión son los siguiente: $p < 0.05$ no siguen una distribución normal y si $p > 0.05$ siguen una distribución normal.

5. Resultados

5.1. Análisis descriptivo

El primer objetivo específico buscó buscó identificar el uso de la plataforma Classroom de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023.

#	Nivel Inicial	Tiempo de duración de la clase (horas decimales)		Trabajos subidos		Recursos usados	
		#	%	#	%	#	%
1	3años	121.83	31.47	548	30.67	846	29.30
2	4 años	131.08	33.86	580	32.46	1000	34.64
3	5 años	139.08	35.92	659	36.88	1041	36.06
Promedio		130.67	33.75	695	33.33	962	33.33

Tabla 2 – Resultados de los indicadores de la variable plataforma Classroom

En la tabla 2 se muestran los resultados del nivel inicial, los cuales fueron: el aula que está por debajo del promedio de 130.67 en duración de la clase fue 3años, con tan solo 121.83 horas decimales, el promedio de trabajos subidos fue de 695, teniendo así, que 3años estuvo por debajo del promedio, con 548 trabajos. Finalmente, el promedio en recursos fue 962 con un porcentaje del 33.33% y las aulas que superaron dicho resultado fueron: 4 años con 1000 recursos usados y 5 años con 1041 y con porcentajes del 34.64% y 36.03% respectivamente.

#	Nivel Primaria	Tiempo de duración de la clase (horas decimales)		Trabajos subidos		Recursos usados	
		#	%	#	%	#	%
1	1er grado	570.00	12.57	1903	10.72	2131	12.45
2	2do grado	760.00	16.76	2967	16.71	2867	16.75
3	3er grado	760.00	16.76	3278	18.46	2852	16.66
4	4to grado	949.17	20.93	4133	23.27	3542	20.69
5	5 to grado	750.00	16.53	2650	14.92	2849	16.64
6	6 to grado	746.67	16.46	2830	15.93	2878	16.81
Promedio		755.97	16.67	2960	16.67	2853	16.67

Tabla 3 – Resultados de los indicadores de la variable plataforma Classroom

En la tabla 3 se evidenció lo siguiente: el promedio en tiempo de duración de la clase fue 755.97 horas decimales, teniendo así que, 1 er grado estuvo por debajo del promedio con 570 y un porcentaje del 12.57%; en trabajos subidos el promedio fue 2960, por lo tanto, 4to grado estuvo por encima del resultado con 4133 trabajos, seguido de 3 er año con 3278 trabajos y 18.46%. En tanto, el promedio de recursos usados fue 2853 y como se observa 4to grado logró usar más recursos obteniendo 3542 con 20.69% y por debajo del promedio estuvo 1er grado, con tan solo 2131 recursos usados y con el 12.45%.

#	Nivel Secundaria	Tiempo de duración de la clase (horas decimales)		Trabajos subidos		Recursos usados	
		#	%	#	%	#	%
1	1er año	987.50	23.15	2730	22.23	3593	21.48
2	2do año	979.67	22.97	2810	22.88	3950	23.61
3	*3er año*	657.50	15.42	2006	16.34	2528	15.11
4	*4to año*	658.00	15.43	1965	16.00	2689	16.97
5	*5 to año*	980.90	23.00	2767	22.53	3964	23.69
Promedio		852.71	19.99	2456	20.00	3345	19.99

Tabla 4 – Resultados de los indicadores de la variable plataforma Classroom

En la tabla 4, se observó que el promedio en duración de la clase fue 852.71, por lo tanto, 3er año estuvo por debajo del promedio con 657.50 horas decimales y 15.42%; en trabajos subidos el promedio fue 2456 y 2do grado superó dicho resultado con 2810 trabajos subidos a la plataforma con el 22.88%, así mismo, 4to año estuvo por debajo del promedio con 1965 trabajos subidos y el 16.00%. Para el tema de recursos usados

se logró un promedio de 3345, por lo que, 5to año superó el resultado, obteniendo 3964 con un porcentaje del 23.69%.

El segundo objetivo específico buscó identificar los trabajos asignados y revisados por parte de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023.

#	Nivel Inicial	Trabajos asignados		Trabajos revisados	
		#	%	#	%
1	*3años*	622	29.95	505	29.97
2	*4 años*	682	32.84	560	33.23
3	*5 años*	733	37.22	620	36.80
	Promedio	692	33.33	562	33.33

Tabla 5 – Resultados de los indicadores de la variable proceso de evaluación

En la tabla 5 se observó que el promedio de trabajos asignado fue 692, por lo tanto, se evidenció que 3 años estuvo por debajo con 622 trabajos y 29.95%, 5 años superó con una cantidad de 733 trabajos asignados por parte de los docentes y con un porcentaje de 37.22%. En tanto para los trabajos revisados, se obtuvo un promedio de 562 y el aula que superó el resultado fue 5 años con 620 con 36.80%.

#	Nivel Primaria	Trabajos asignados		Trabajos revisados	
		#	%	#	%
1	*1er grado*	2080	9.98	1444	10.88
2	*2do grado*	3618	17.18	2307	17.38
3	*3er grado*	4018	19.08	2478	18.67
4	*4to grado*	4937	23.44	2887	21.75
5	*5 to grado*	3110	14.77	2060	15.52
6	*6 to grado*	3298	15.66	2094	15.78
	Promedio	3510	16.67	2212	16.67

Tabla 6 – Resultados de los indicadores de la variable proceso de evaluación

En la tabla 6 para el nivel de primaria se evidenció lo siguiente: el promedio de trabajos asignados fue 3510, lo cual hace que 1er grado esté por debajo con 2080 de trabajos asignado y con tan solo 9.98%, así mismo, 4to grado superó de manera significativa con 4937 con un porcentaje del 21.75%. Para trabajos revisados el promedio fue de 2212; 1er grado estuvo por debajo con solo 1444 haciendo un porcentaje de 10.88%, el grado con más trabajos revisados fue 4to grado con 2887 y el 21.75%.

#	Nivel Secundaria	Trabajos asignados		Trabajos revisados	
		#	%	#	%
1	*1er año*	3434	23.40	1943	22.55
2	*2do año*	3332	22.70	1984	23.03
3	*3er año*	2307	15.72	1362	15.81
4	*4to año*	2317	15.79	1346	15.62
5	*5 to año*	3286	22.39	1980	22.98
	Promedio	2935	20.00	1723	20.00

Tabla 7 – Resultados de los indicadores de la variable proceso de evaluación

En la tabla 7 se evidenció el promedio de trabajos asignados para secundaria, el cual fue de 2935 trabajos, siendo así, 3er año el grado que estuvo por debajo del promedio con 2307 trabajos obteniendo el 15.81%, por otro lado, 1er año superó al promedio con 3434 trabajos asignados y el 22.55%. Para el indicador trabajos revisados el promedio fue 1723 y 2do año logró superar dicha cantidad con 1984 y el 23.03%.

5.2. Análisis inferencial

Este análisis se dividió en 2 partes: la prueba de hipótesis y la prueba de normalidad, en el cual, se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smimov y se llegó a plantear 2 hipótesis; H0: Los datos se distribuyen de manera normal ($p<0.05$) y H1: Los datos no se distribuyen de manera normal ($p\geq0.05$), además, existió 2 criterios de decisión: $p<0.05$, se rechazaba la hipótesis nula (H0) y se aceptaba la hipótesis alterna (H1) y 2) $p\geq0.05$, se aceptaba la hipótesis nula (H1) y se rechazaba la hipótesis alterna (H0).

N°	Indicadores	p	Estadístico	Conclusión
1	*Tiempo de duración de la clase*	0.000	0.238	No siguen Distribución normal
2	*Trabajos subidos*	0.000	0.151	No siguen Distribución normal
3	*Recursos usados*	0.000	0.218	No siguen Distribución normal
4	*Trabajos revisados*	0.000	0.199	No siguen Distribución normal
5	*Trabajos asignados*	0.000	0.137	No siguen Distribución normal

Tabla 8 – Prueba de normalidad de Kolmogórov - Smirnov

Por lo tanto, como se muestra en la tabla 8, para los indicadores tiempo de duración de la clase, trabajos subidos a la plataforma y recursos usados, la prueba de significancia fue de 0.000, lo cual es menor a 0.05, de igual manera para los 2 indicadores trabajos subidos y trabajos asignados la prueba de significancia arrojó 0.000, es decir, son menores a 0.05. Entonces, como $p < 0.05$ en los indicadores tiempo de duración de la clase, trabajos subidos a la plataforma, recursos usados, trabajos revisados y trabajos asignados es 0.000, se llegó a cumplir con la primera decisión, que los datos no siguen

una distribución normal. En tanto, para la prueba de hipótesis, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Spearman.

El objetivo general buscó determinar la relación que existe entre el uso de la plataforma Classroom y el proceso de evaluación, por ello se diseñaron 2 hipótesis: H0: No existe relación entre la plataforma Classroom y el proceso de evaluación ($p < 0.05$) y H1: sí existe relación entre la plataforma Classroom y el proceso de evaluación ($p \geq 0.05$), además, existió 2 criterios de decisión: 1) Si $p < 0.05$, se rechazaba la hipótesis nula (H0) y se aceptaba la hipótesis alterna (H1) y 2) Si $p \geq 0.05$, se aceptaba la hipótesis nula (H1) y se rechazaba la hipótesis alterna (H0).

Nº	Indicadores de la variable UPC	Indicadores de la variable PE	Resultados de Spearman		Decisión
			Estadístico	P	
1	TDC	TR	0.080	0.000	Existe relación
		TA	0.272	0.000	Existe relación
2	TSP	TR	0.671	0.000	Existe relación
		TA	0.775	0.000	Existe relación
3	NRU	TR	0.010	0.372	No existe relación
		TA	0.071	0.000	Existe relación

Tabla 9 – Relación entre los indicadores de la UPC y el PE.

En la tabla 9, el grado de significancia en relación con el primer indicador sobre tiempo de duración de la clase de la variable 1, uso de la plataforma Classroom y el segundo indicador trabajos subidos, con los indicadores de la variable 2 sobre los trabajos revisados y asignados, tuvo como resultado el 0.000, por lo cual, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, debido a que el resultado fue menor a 0.05, es decir que sí se relacionan. Sin embargo, el grado de significancia del tercer indicador sobre los recursos usados de la variable 1 y los indicadores de la variable 2 sobre trabajos revisados y asignados, el indicador trabajos revisados tuvo como resultado 0.372, por lo cual en se rechazó la hipótesis alterna y se aceptó la hipótesis nula, es decir, no existe relación, mientras tanto, en trabajos asignados el resultado fue de 0.000, en este caso rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, debido a que el resultado fue menor a 0.05.

6. Discusión

Teniendo en cuenta al objetivo general, que buscó determinar la relación entre el uso de la plataforma Classroom y el proceso de evaluación de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023, se recolectaron datos otorgados por dicha institución para el procedimiento de los resultados, luego de ello, se empleó como prueba estadística Spearman, en la cual, arrojó que sí existió una correlación entre la plataforma Classroom y el proceso de evaluación del colegio Hermanos Blanco, con un valor de 0.000. Este resultado se compara con la investigación de Neira (2022) en donde se determinó el

uso Classroom y la formación del inglés en alumnos de Educación, en el cual, se llegó a comparar la hipótesis 1, que si existió una correlación, considerando el resultado con un coeficiente de Spearman rho= 0,53, se halló que el nivel de significancia fue 0,000. Loor *et al.* (2019) definieron al e-learning, como aquel proceso que promovió la enseñanza y aprendizaje en los alumnos, en el cual, se implementaron unidades tecnológicas, como laptops, computadoras y celulares. Así mismo, promovió a que la educación fuera más intuitiva y profunda.

El primer objetivo específico buscó identificar el uso de la plataforma Classroom de los docentes, por lo tanto, se evidenció que: en inicial, el promedio de duración de la clase fue 130.67 y 3años obtuvo 121.83 horas decimales; el promedio de trabajos subidos fue de 695, el promedio en recursos fue de 962 y las aulas que superaron dicho resultado fueron: 4 años con 1000 recursos usados y 5 años con 1041. En primaria, el promedio en tiempo de duración de la clase fue 755.97 horas decimales, teniendo que 1 er grado estuvo por debajo con 570; en trabajos subidos el promedio fue 2960, por lo tanto, 4to grado estuvo por encima con 4133 trabajos. Finalmente, el promedio en duración de la clase en secundaria fue 852.71, por lo tanto, 3er año estuvo por debajo del promedio con 657.50 horas decimales; en trabajos subidos el promedio fue 2456 y 2do grado superó dicho resultado con 2810 trabajos subidos a la plataforma. Estos resultados se compara con la investigación de Vélez *et al.* (2022) en donde tuvieron como objetivo estudiar la enseñanza en el curso de ciencias sociales, haciendo uso de las destrezas para el manejo los procesos tecnológicos en el grupo educativo mediante la idea de la ludificación, los resultados obtenidos fueron que, 33 alumnos conocían el valor de los materiales virtuales en sus conocimientos de aprendizajes y su influencia en la sociedad, además, que las personas encuestadas si conocía los medios de estudios, con más del 40% en la plataforma Zoom y con el 58% la plataforma Teams como forma de aprendizaje.

El segundo objetivo específico, buscó identificar los trabajos asignados y revisados por parte de los docentes, los valores obtenidos para los 3 niveles fueron: en inicial, el promedio de trabajos asignado fue de 692 y se evidenció que 3 años estuvo por debajo del promedio con 622 trabajos, 5 años superó al promedio con una cantidad de 733 trabajos asignados; en primaria el promedio de trabajos asignados fue 3510, lo cual hace que 1er grado esté por debajo con 2080 de trabajos asignado.

En secundaria el promedio de trabajos asignados fue de 2935, siendo así, 3er año el grado que estuvo por debajo del promedio con 2307, por otro lado, 1er año superó al promedio con 3434 trabajos asignados y el 22.55%.Estos resultados se compara con los resultados de Pérez y Rodriguez (2022) en donde se analiza la preferencia del uso de los sitios virtuales en la formación superior y el dominio que tuvo en el diseño de acciones de enseñanza de manera no presencial, en el cual, los resultados alcanzados fueron que, las actividades más evaluadas en la virtualidad habían sido los reportes con el 67.92%, los ensayos alcanzaron el 58.49%, los resúmenes obtuvieron el 56.60% y los exámenes el 54.71%, dejando por debajo a las discusiones grupales con un 18.86%, es decir, fue el recurso menos utilizado. Martínez *et al.* (2019), definieron al proceso de evaluación como estrategias pedagógicas, en el cual, motivaron a los alumnos a lograr conocimientos para su formación y estuvieron orientados al progreso continuo, del mismo modo, cumplieron un elemento fundamental para la optimización del desarrollo de la educación de los educandos.

El tercer objetivo específico de la investigación buscó determinar la relación que existió entre los indicadores de la plataforma Classroom e indicadores del proceso de evaluación, por lo cual, se realizó la prueba estadística de tipo no paramétrica Spearman, en ella, se logró obtener que si existió una correlación entre los indicadores. Se realizó la prueba estadística de tipo no paramétrica Spearman, en el cual, se logró obtener que si existió una correlación entre la relación de los indicadores del proceso de evaluación y el uso de la plataforma Classroom, teniendo como resultados que, el grado de significancia en relación al primer indicador sobre duración de la clase de la variable 1, que fue el uso de la plataforma Classroom y los indicadores de la variable 2 sobre los trabajos revisados y trabajos asignados, en ambos indicadores se tuvo como resultado el 0.00. Estos resultados se asemejan a lo investigado por Huertas *et al.* (2022) en donde se indicó que tuvieron como finalidad establecer la conexión que existió entre los docentes y el uso del Canvas en el desarrollo del aprendizaje en los jóvenes universitarios de administración, en donde la conclusión fue, que si existió similitud entre ambas variables, demostrado por la correlación de Tau – b de Kendall con el 0.711, los resultados reflejaron que al implementar más la plataforma como un intermedio de la tecnología ayudará a mejorar todos los procesos. Gómez (2020) mencionó que la plataforma Classroom fue un instrumento que permitió administrar técnicas educativas de modo más rápido y factible, fijó obligaciones, remitió acotaciones y tuvo acercamiento a los procesos formativos en una sola plataforma.

7. Conclusiones

Se determinó que existe relación entre las variables uso de la plataforma Classroom y el proceso de evaluación de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023, demostrada por la prueba estadística Spearman, en donde los resultados fueron de 0.000. Se identificó que lo docentes hicieron un adecuado uso de la plataforma al momento de subir trabajos para las alumnas y los recursos que emplearon para cada nivel, teniendo como resultados que: el promedio de trabajos subidos fue de 695, el promedio en recursos fue de 962. En primaria, el promedio en tiempo de duración de la clase fue 755.97 horas decimales; en trabajos subidos el promedio fue 2960. Finalmente, el promedio en duración de la clase en secundaria fue 852.71 y en trabajos subidos el promedio fue 2456. Se identificó el total de trabajos asignados por parte de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023, los valores obtenidos para los 3 niveles fueron: en inicial se obtuvo un total de 2077 trabajos asignados, en primaria, el total fue de 21061 trabajos asignados y en secundaria el total de trabajos asignados fue de 14677. Se identificó la relación que existe entre cada uno de los indicadores del proceso de evaluación de los docentes del colegio Hermanos Blanco de Trujillo en el año 2023, los cuales fueron: trabajos revisados y trabajos asignados, con cada indicador del uso de la plataforma Classroom que fue: duración de la clase, trabajos subidos a la plataforma y número de recursos usados, para ello, se realizó la prueba estadística de tipo no paramétrica Spearman, en el cual, se logró obtener que si existió una correlación entre ambas variables.

Referencias

Abreu, L., León, R., & Garcia, J. (2020). Pandemia de COVID-19 y educación médica en Latinoamérica. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, *23*(5), 237–242. https://doi.org/10.33588/fem.235.1088

Acevedo, Á., Valencia, A. C., & Ortega, A. D. (2021). Educación en tiempos de pandemia: Perspectivas del modelo de enseñanza remota de emergencia en Colombia. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, *23*(37), 93–112. https://doi.org/10.19053/01227238.12704

Acosta, M., & Acosta, M. (2019). Epistemología del Pensamiento Pedagógico como Eje Transformador en la Praxis Educativa. *Revista Scientific*, *4*(13), 346–362.

Berretta, G., Pérez, S., & Giuliano, M. (2019). Análisis y comparación de indicadores de uso de una plataforma de e-learning: E-status. *Revista de Investigación del Departamento de Humanidades y Ciencias Sociales*, *15*. https://www.redalyc.org/journal/5819/581961489016/

Bonilla, O. A. (2020). Para entender la COVID-19. *Medicentro Electrónica*, *24*(3), 595–629.

Castro, M. (2019). Bioestadística aplicada en investigación clínica: Conceptos básicos. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *30*(1), 50–65. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.12.002

Córdoba, A. C., & Lanuza, E. (2021). Breve revisión conceptual sobre la evaluación de los resultados académicos en el sistema educativo. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 36–48. https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11606

Huertas, F., Quiñones, S., Flores, L., & Cieza, S. (2022). Uso de la Plataforma Canvas y la Perspectiva sobre el Proceso de Aprendizaje Estudiantil por parte de los Docentes de una Universidad de Trujillo. 74-79. https://doi.org/10.54808/CISCI2022.01.74

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *1.1 Asistencia escolar a educación inicial*. 96.

Kraus, G., Formichella, M. M., & Alderete, M. V. (2019). El uso del Google Classroom como complemento de la capacitación presencial a docentes de nivel primario. *TE & ET*, *no. 24*. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90106

Loor, C., Guarda, T., Villao, F., Bustos, S., Torres, W., Sanchez, J., Murillo, G., Banchon, E. (2019). *Tendencias de la Tecnología e-Learning*. 9.

Martín, I., Micaletto, J. P., & Serrano, D. P. (2021). Google Workspace como plataforma b-learning. Análisis de las percepciones de los estudiantes universitarios de Comunicación. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, *13*(2), 106–123.

Martínez, L., Moya, L., Nieva, C., & Cañabete, D. (2019). Percepciones de Estudiantes y Docentes: Evaluación Formativa en Proyectos de Aprendizaje Tutorados. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, *12*(1), Art. 1. https://doi.org/10.15366/riee2019.12.1.004

Neira, D. (2022). Impacto de Google classroom para el aprendizaje de inglés: Un caso de una universidad peruana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *6*(2), Art. 2. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1942

Ojeda, P. (2020). *Universo, población y muestra*. 16.

Ortiz, L., Ortiz, L., Coronell, R., Hamburger, K., & Orozco, E. (2019). Incidencia del clima organizacional en la productividad laboral en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS): Un estudio correlacional. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, *14*(2), 187–193.

Pérez, S. P., López, H., & Guillén, L. (2020). Indicadores para Evaluar Procesos Formativos. *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, *8*(2), Art. 2. https://doi.org/10.34070/rif.v8i2.225

Pérez, E., & Rodriguez, J. de J. (2022). Análisis del uso de espacios virtuales en educación superior. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, *14*(1), 66-79. https://doi.org/10.32870/ap.v14n1.2104

Retegui, L. M. (2020). La observación participante en una redacción. Un caso de estudio. *La Trama de la Comunicación*, *24*(2), 103–119.

Verástegui, M., Úbeda, J., & Manso, J. (2022). Una revisión sobre programas de observación de la práctica educativa. *Cuadernos de Investigación Educativa*, *13*(2), 22–42.

Vélez, M., Chancay, L., & Zambrano, J. (2022). Uso de las herramientas virtuales y el aprendizaje gamificado en los estudiantes del 2022. *Revista científica multidisciplinaria arbitrada yachasun - issn: 2697-3456*, *6*(10 Ed. esp), Art. 10 Ed. esp. https://doi.org/10.46296/yc.v6i10edespab.0167

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 01/09/2023
Aceitação/Acceptance: 19/11/2023

Estrategias de Marketing Digital en los Procesos Comerciales en empresas del Sector Alimenticio en el periodo 2013 - 2022: una revisión sistemática de la literatura

Elizabeth K. Bravo-Huivin[1], Angel R. Ugarte-Concha[2], Beth E. Cárdenas-Núñez[2], Juan M. Alarcón-Mansilla[2], Patricio F. Lewis-Zúñiga[2], Verónica M. Trillo-Espinoza[2]

kristina.bravo@upn.edu.pe; jalarconm@ucsm.edu.pe; augartec@ucsm.edu.pe; beth.cardenas@ucsm.edu.pe; plewis@ucsm.edu.pe; vtrilloe@ucsm.edu.pe

[1]Universidad Privada del Norte, Trujillo, La Libertad 13001, Perú.

[2]Universidad Católica de Santa María, Arequipa, 04001, Perú.

Pages: 134-147

Resumen: El presente trabajo de investigación se desarrolla, teniendo en cuenta que cada organización, todos los días deben tomar decisiones que tienen impacto económico en el desempeño empresarial. Por ello, los que toman decisiones se apoyan en herramientas informáticas para aprovechar los datos generados y obtener descubrimientos que den un mejor entendimiento de la empresa y del mercado. Tomar las decisiones correctas conlleva a una mejor gestión comercial y más ganancias para la empresa, de allí proviene la importancia del Inteligencia de Negocios para la toma de decisiones. El objetivo de esta investigación sistemática de literatura científica se enfoca en analizar las investigaciones realizadas sobre el uso de Inteligencia de Negocios para la toma de decisiones en el periodo 2017–2022. Las bases de datos usadas fueron: Dialnet, Scielo y Redalyc. Los criterios de elegibilidad fueron: Inteligencia de Negocios, Business Intelligence y Toma de Decisiones. Los documentos se clasificaron por periodo de publicación, idioma, país de publicación y método de estudio; la metodología utilizada fue PRISMA y de los 111 documentos recopilados solo se seleccionaron 39. Se concluye que la inteligencia de negocios es un tema de interés creciente pero que aún falta más países latinoamericanos abordándolo.

Palabras-clave: Inteligencia de Negocios, Business Intelligence, Toma de Decisiones.

Business intelligence in decision making between the periods 2017-2022: a systematic review of the literature

Abstract: This research work is developed, taking into account that each organization, every day must make decisions that have an economic impact on business performance. For this reason, those who make decisions rely on computer tools to take advantage of the data generated and obtain discoveries that give a

better understanding of the company and the market. Making the right decisions leads to better business management and more profits for the company, hence the importance of Business Intelligence for decision making. The objective of this systematic research of scientific literature focuses on analyzing the research carried out on the use of Business Intelligence for decision-making in the period 2017-2022. The databases used were: Dialnet, Scielo and Redalyc. The eligibility criteria were: Business Intelligence, Business Intelligence and Decision Making. The documents were classified by publication period, language, country of publication and study method; The methodology used was PRISMA and of the 111 documents collected, only 39 were selected. It is concluded that business intelligence is a topic of growing interest but that more Latin American countries still need to address it.

Keywords: *Business Intelligence, Business Intelligence, Decision Making*.

1. Introducción

En las últimas décadas, el rol de los datos como un activo de las empresas a tomado mayor importancia, desde los años 80 ya se empezaba a dar forma al concepto de Inteligencia de Negocios o conocido en inglés como "Business Intelligence" (BI), pero no fue hasta los años 90 donde aparecieron las primeras herramientas de BI se empezaron a comercializar como soluciones innovadoras que permitían a las empresas aprovechar los datos disponibles para la toma de decisiones. BI en ese entonces, permitió integración de los datos almacenados y obtener descubrimientos directamente de los datos. Mientras que antiguamente se carecía de software y hardware accesibles que dificultaba el tratamiento de los datos, por lo que las empresas carecían de ello.(Ciupak, Boscarioli, & Catarino, 2017) Actualmente eso ya no es una limitante, siendo así que hoy en día las empresas poseen una gran cantidad de datos generados continuamente, así como los datos externos, por lo que el reto ahora es el uso de BI en donde las compañías que hagan un mejor uso de sus datos internos y los datos no estructurados, para tomar decisiones con mejor resultado permitiéndoles vislumbrar un próspero futuro en este mercado de condiciones tan cambiantes. (Mora, 2022).

Debido al avance continuo que se ha tenido en la tecnología, las soluciones de inteligencia de negocios también se han vuelto más accesibles y diversificadas, tales como el aprovechamiento de datos de manera online, a través de encuestas, redes sociales, foros y demás medios de interacción entre los clientes y las empresas, las herramientas de BI actualmente se conectan a base de datos provenientes de redes sociales que permiten obtener directamente la percepción de los usuarios sobre temas concretos como satisfacción de productos y mucha más información para la toma de decisiones. Otras de las ventajas que tiene el BI es la capacidad de almacenar, realizar análisis y figuras en tiempo real, esto con la finalidad de dar seguimiento a las operaciones de manera fluida. Asimismo, el Cloud Computing ayuda a que empresas medianas y que quieren aprovechar las bondades del BI también lo puedan hacer sin necesidad de invertir bastante dinero en servidores y demás hardware costoso, sino que pueden contratar este servicio con un pago mensual gracias al modelo de software como servicio. (Rosero & Power, 2021).

Adicionalmente, se puede notar que los objetivos empresariales del uso de Inteligencia de Negocios (BI) en los últimos años han cambiado, siendo estos: La toma de mejores decisiones, mejorar la eficiencia operativa, aumento de ingresos e incremento de la

ventaja competitiva son los 4 principales objetivos del BI hoy en día, pero cabe señalar que tal como se ve en la gráfica siguiente, Mejora del servicio al cliente es el objetivo empresarial de más rápido crecimiento por alcanzar con BI, seguido de Crecimiento en ingresos. (Columbus L. 2022).

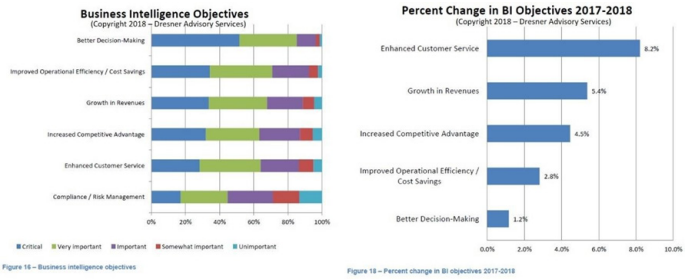


Figura 1 – Objetivos empresariales de BI y Porcentaje de cambio en los objetivos de BI

Por otro lado, teniendo en cuenta la gestión empresarial de los ejecutivos que toman decisiones día a día en las pequeñas y medianas empresas, aún hay una resistencia a aprovechar las bondades del BI, puesto que mantienen la cultura de guiarse por la experiencia adquirida, de la opinión de los colegas o de su intuición para tomar decisiones empresariales, esto sugiere que los problemas en la toma de decisiones se derivan de la calidad, la cantidad y la puntualidad de la información. Como resultado de esto, las pymes de hoy en día están destinadas a tomar una serie de decisiones sin la información adecuada con una frecuencia que resulta alarmante. Ahora bien, actualmente ya se le da la debida importancia a la información en las organizaciones, pero no basta con tener información; algo peor que no tener información disponible es tener mucha información y no saber qué hacer con ella. La Inteligencia de Negocios surge para que a partir de dicha información se puedan generar escenarios, pronósticos y reportes que apoyen a la toma de decisiones estratégica, lo que se traduce en una ventaja competitiva. (Chicaiza, Vejar, & Barba, 2020)

Añadiendo a esto, El informe “Habilidades Directivas para la Transformación Digital en el Perú 2022” elaborado por EADA y Centrum PUCP, indica que los directivos de las empresas peruanas perciben que el aprovechamiento de las tecnologías digitales genera mejora en el desempeño sus empresas, pero solo un 38% hacen un uso alto o muy alto. Esto vinculado a que la Dirección General está asumiendo tímidamente el liderazgo para la transformación digital, aunque perdura la influencia de Marketing y en menor medida, de TI. (Centrum PUCP y EADA Business School, 2022).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se llevó a cabo la revisión sistemática de la literatura científica con la finalidad de dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación planteada: ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de la Inteligencia de Negocios en la Toma de Decisiones en el periodo 2017–2022? Para ello, el presente trabajo se utilizó las siguientes bases de datos: DIALNET, SCIELO y REDALYC, estos documentos están alineados a los descriptores que son: Inteligencia de Negocio y Toma de decisiones, en el contexto nacional peruano a lo largo de los últimos seis años.

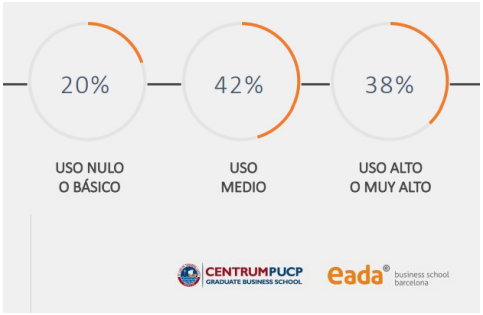


Figura 2 – Uso de Tecnologías Digitales en el desempeño empresarial

Así, el objetivo de esta investigación fue analizar la literatura científica iberoamericana sobre el impacto que tuvo el uso de la Inteligencia de Negocios en la Toma de Decisiones entre los años 2017-2022. Asimismo, brindar una fuente de literatura que promueva la investigación acerca de la influencia de la Inteligencia de Negocio en la Toma de Decisiones empresariales, esto servirá para las personas o empresas interesadas en mejorar el proceso de Toma de Decisiones que les permita obtener mayor beneficio económico.

2. Metodología

Se realizó la revisión sistemática de literatura científica con base en la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) que permitió organizar y analizar las todas investigaciones para luego sintetizar las evidencias encontradas en este documento. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Annals of internal medicine, 151(4), 264-269. La pregunta de investigación tomada en cuenta en esta investigación fue: ¿Cuál es el impacto que tiene la Inteligencia de Negocios en la toma de decisiones en el periodo 2017-2022?

En este estudio se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de selección: artículos científicos de países iberoamericanos en español e inglés, entre los años 2017 y 2022, cuyo tópico central fuese la Inteligencia de Negocios. Los criterios de exclusión que se consideraron fueron: Los documento en algún idioma extranjero aparte del inglés o portugués, documentos que estuvieron fuera del periodo requerido, o que, a pesar de estar dentro del periodo, no estaban disponibles para su revisión.

Para el proceso de selección, las bases de datos utilizada para realizar la revisión sistemática fueron: DIALNET, SCIELO y REDALYC; de las cuales se obtuvieron todos los artículos científicos que cumplen los criterios aplicados, los cuales fueron: ((“business intelligence”) OR (“inteligencia de negocios”)) AND ((toma de decisiones) OR (“decision making”)) AND year_cluster:(“2017” OR “2019” OR “2020” OR “2018” OR “2021” OR “2022”).

En la figura Nro. 03 se denota el proceso de selección de la literatura científica utilizada:

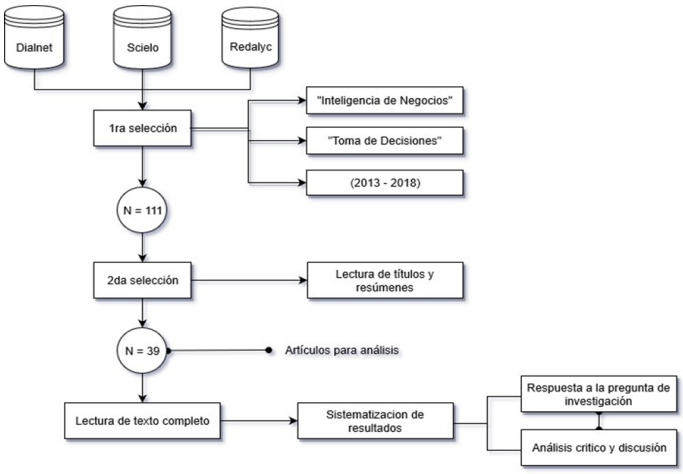


Figura 3 – Proceso de selección de los documentos analizados

Para el proceso de clasificación de los documentos, luego de aplicar los filtros mencionados previamente, se utilizó el software libre llamado Zotero, para organizar los documentos y las referencias de todas las publicaciones utilizadas. Además, se utilizó para categorizar por las etiquetas "Considerados" y "No considerados" haciendo más fácil su revisión previa para descartar los documentos que no están enfocadas a la Inteligencia de Negocios, o, por el contrario, no se relacionaba con la toma de decisiones en un ámbito empresarial. Asimismo, se utilizaron etiquetas para clasificar a los documentos por país, por año de publicación, por idioma, por base de datos de origen y por método de estudio.

Los documentos duplicados se manejaron su descarte a través de compararlos por su título, autores, repositorio y año de publicación, utilizando también el software Zotero que cuenta con un filtro que indica cuales de los documentos guardados están duplicados. A continuación, la figura Nro. 04 muestra la cantidad de documentos de investigación obtenidos luego de aplicar los filtros en las bases de datos de Dialnet, Scielo y Redalyc:



Figura 4 – Total de resultado de base de datos Dialnet, Scielo y Redalyc

3. Resultados

Luego de realizar la recopilación de los artículos científicos relacionados con el tema de investigación, a través de una primera lectura interpretativa de títulos, resúmenes y revisión general, dio como resultado que la base de datos Dialnet, de los 52 documentos,

se seleccionaron 23; de los 13 documentos de Scielo, se seleccionó 06 y de los 46 documentos de Redalyc, se emplearon 10, haciendo un total de 39 artículos empleados que contenían información relevante para la presente investigación. A continuación, se muestra la lista final de las 39 investigaciones evaluadas:

Nro	Objeto de estudio	Método de estudio	Año	País
1	Solución de inteligencia de negocios para la gestión de recu...	Experimental	2017	Colombia
2	Sistema de inteligencia denegocios para el apoyo al proceso...	Cuasi experimental	2017	Cuba
3	Los impactos del Business Intelligence en la Gestión del Áre...	Exploratorio	2017	Cuba
4	Análise do uso de tecnologiasde business intelligence como...	Descriptivo	2017	Brasil
5	Sistema de inteligencia de negocios para acueducto y alcanta...	Cuasi experimental	2017	Cuba
6	"Business intelligence" y la tomade decisiones financieras: ...	Exploratorio	2017	Colombia
7	Solución Business Intelligence(BI) Corporativa	Cuasi experimental	2018	España
8	Solución de inteligencia de negocios y toma de decisiones en...	Cuasi experimental	2018	Perú
9	Almacén de Datos para la Gestión Energética en el Ministerio...	Experimental	2018	Cuba
10	La inteligencia de negocio comoapoyo a la toma de decisione...	Exploratorio	2019	Cuba
11	GMM-BI: A methodological guide to improve organizacional mat...	Descriptivo	2019	Colombia
12	Modelación Tabular: una alternativa sugerente para el anális...	Descriptivo	2019	Cuba
13	Big Data Marketing: unaaproximación	Exploratorio	2019	Bolivia
14	La inteligencia de mercado enlas empresas exportadoras e im...	Exploratorio	2019	Perú
15	Modelos de inteligencia organizativa y recomendaciones para ...	Descriptivo	2020	España
16	Herramientas basadas en Business Intelligence (BI) parala t...	Descriptivo	2020	España
17	Inteligencia de negocios y sistema de soporte a lasdecision...	Descriptivo	2020	Cuba
18	Perfil de la investigación sobre inteligencia de negocios en...	Exploratorio	2020	Colombia
19	Aproximación sobre la inteligencia de negocios en las PYME	Exploratorio	2020	Ecuador
20	Inteligencia de los negocios. Clave del Éxito en la era del...	Descriptivo	2020	Colombia
21	Gestión de datos obtenidos desde redes sociales aplicando Bu...	Experimental	2020	Colombia
22	Los desafíos del marketing en læra del big data	Descriptivo	2020	CostaRica
23	Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de c...	Descriptivo	2020	Mexico

Nro	Objeto de estudio	Método de estudio	Año	País
24	Hardware y software para restauración: herramientas para la ...	Exploratorio	2021	España
25	La inteligencia de negocios y surol en la agilidad organiza...	Exploratorio	2021	Colombia
26	State of the Art: Big Data andBusiness Intelligence	Exploratorio	2021	Colombia
27	Inteligencia empresarial adaptativa y su aplicación predicti...	Experimental	2021	Colombia
28	Evaluación De DestinosTurísticos Mediante La Tecnología De ...	Exploratorio	2021	Argentina
29	La tecnología: una herramienta de apoyo para pymes y emprend...	Descriptivo	2021	Mexico
30	La inteligencia de negocios: unaestrategia para la gestión ...	Descriptivo	2021	Ecuador
31	Analysis of Interaction between Business Intelligence and SM...	Exploratorio	2021	Brasil
32	Siglo XXI economía de la información: gestión del conocimien...	Descriptivo	2022	Colombia
33	Categorización de inteligencia de negocios en empresas innov...	Descriptivo	2022	Colombia
34	'marketing intelligence', una evolución necesaria de los sis...	Descriptivo	2022	España
35	Inteligencia de negocio: Avanzarhacia procesos más eficaces...	Descriptivo	2022	España
36	Application of business intelligence for analyzing vulnerabi...	Experimental	2022	Colombia
37	Integración de los algoritmos knn y fp-growth para apoyar la...	Experimental	2022	Colombia
38	Una nueva etapa deglobalización	Descriptivo	2022	Argentina
39	Cuando los errores se pagan: Elprecio de no disponer de un...	Descriptivo	2022	España

Tabla 2 – Características de clientes y colaboradores



Figura 5 – Número de documentos seleccionados y excluidos

En la Figura Nro. 06 se muestra, la cantidad de artículos científicos publicados por año, donde se denota el creciente interés del tema de investigación abordado, siendo en el año 2020 con mayor número de publicaciones (09), seguido del 2021 y 2022 que mantienen el nivel de publicaciones (08). Por otro lado, en los últimos tres años (2020 a 2022) se publicaron 25 investigaciones, cerca del 64% de todos los recogidos e incluidos en esta

investigación, haciendo evidente la creciente producción de investigaciones vinculadas a la Inteligencia de Negocios y a la Toma de Decisiones.

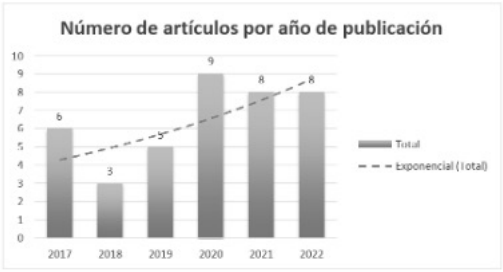


Figura 6 – Número de artículos por año de publicación

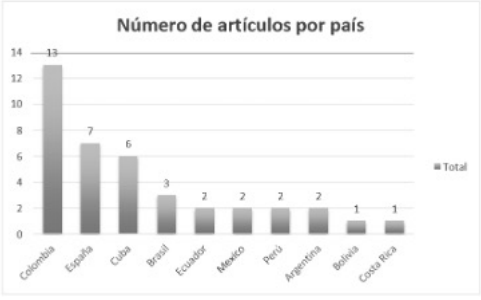


Figura 7 – Número de artículos por país

Con respecto al país de origen de las investigaciones, en la Figura Nro. 07 muestra que Colombia es el país con más producción de artículos científicos del tema de investigación (13), seguido España (07) y Cuba (06), siendo estos 3 países los que más resaltan por sus publicaciones a nivel de países iberoamericanos. Brasil cuenta con 03 publicaciones y los demás países como Ecuador, México, Perú y Argentina, se mantienen en igualdad con 02 publicaciones por cada país. Asimismo, los países que menos publicaciones alineados al tema de investigación tienen (01) fueron Bolivia y Costa Rica.

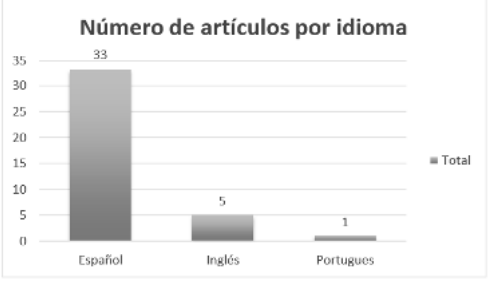


Figura 8 – Número de artículos por idioma

En la Figura Nro. 08 se muestra la cantidad de publicaciones según el idioma utilizado, donde la mayoría de las publicaciones (33) usaron el español, aunque hubo algunas de ellas que optaron por el idioma inglés (05), mientras que solo una de ellas utilizó el portugués.

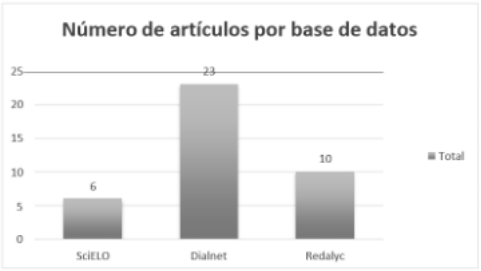


Figura 9 – Número de artículos por idioma

En la Figura Nro. 08 se muestra la cantidad de publicaciones según el idioma utilizado, donde la mayoría de las publicaciones (33) usaron el español, aunque hubo algunas de ellas que optaron por el idioma inglés (05), mientras que solo una de ellas utilizó el portugués.

En la Figura Nro. 09 se muestra la cantidad de artículos científicos por base de datos de origen; se aprecia que Dialnet fue en donde más publicaciones fueron encontradas, exactamente 23 artículos científicos que representan el 59% del total, en Redalyc se obtuvo 10 publicaciones y en la base de datos Scielo, solo se encontró 06 publicaciones alineadas al tema de investigación.

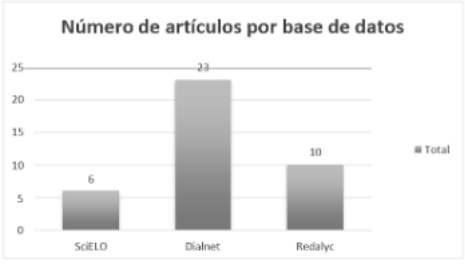


Figura 10 – Número de artículos por base de datos



Figura 11 – Número de artículos por método de estudio

En la Figura Nro. 10 se muestra la cantidad de artículos científicos por método de estudio utilizada en la investigación, la mayoría de publicaciones uso el método descriptivo (17), seguido del método exploratorio con 12 publicaciones, haciendo estos 2 tipos el 74% de las publicaciones, también hubo en menor medida publicaciones que utilizaron el método de estudio Experimental y Cuasi experimenta, siendo la cantidad de 06 y 04 respectivamente.

En la literatura revisada se hallaron diferentes problemáticas repetitivas en el proceso de toma de decisiones en las diferentes organizaciones, las cuales fueron recopiladas para su mejor entendimiento; por el lado de los agentes tomadores de decisiones, consideran que el software con el que actualmente utilizan, que en algunos casos son solamente hojas de Excel, son limitados, los datos que deben estar presentes para su aprovechamiento están en diferentes áreas y por lo tanto la información que pueden recopilar no está actualizada en el momento que se necesita y deben de esperar para realizar un análisis y decidir adecuadamente, siendo esto un retraso en la elaboración de reportes para la toma de decisión. (Muylder, Falce, & Gomes, 2017; Triana, Hernández, Martínez, Lista, & Flórez, 2017) Asimismo, se presentaron problemas en el proceso de recolección y procesamiento de datos debido a que los sistemas de información con los que cuentan algunas empresas no son compatibles por lo que la generación de reportes y el análisis estadístico para medir los indicadores claves de negocio se veían afectados por una dilatación de tiempo ya que dependen del área de sistemas para su elaboración. (Dixson & Maturel, 2019; Ramírez, 2018) Hubo inclusive empresas que, teniendo información recopilada, no lo aprovechaban como debiera ser por la falta de conocimiento de herramientas digitales de análisis de datos o de plataformas tecnológicas para inteligencia de negocios, por ello la información que se proveía a los tomadores de decisiones era escasa e imprecisa y llegaba a destiempo, por lo que tenían un alto grado de incertidumbre. (Castro, Segura, & Pinedo, 2022; Chicaiza et al., 2020; Rosero & Power, 2021; Sánchez, Cervantes, Cuevas, Hernández, & Cuevas, 2019)

Como resultados hallados en las investigaciones, los beneficios que se produjeron fueron: se aprecia un aumento en el nivel de eficacia para el proceso de toma de decisiones a través de brindarle al usuario la facilidad de realizar sus consultas personalizadas y generar reportes por su cuenta sin necesidad de esperar al área de sistemas. (Ali et al., 2021; Ciupak et al., 2017; Marchena & Peinado, 2020; Marchena, Peinado, Orzaiz, & Valiente, 2018; Muylder et al., 2017; Triana et al., 2017).

Se logró obtener reportes prácticos y dinámicos para su análisis junto a los indicadores de negocio vitales; el grado de satisfacción de los usuarios finales fue mejorada en aspectos como el tiempo de presentación de reportes, la calidad de datos brindados, el formato presentado por la variedad de figuras disponibles y personalizables y accesibilidad a los datos ya que se encuentran ahora centralizados en el Software de Inteligencia de Negocios que les permite acceder en cualquier momento, además de presentar información puntual e histórica requerida, permite mostrar proyecciones de ventas y análisis de escenarios para evaluar cuál es el más idóneo para su elección. (Novoa & Cuevas, 2020; Rojas, Córdoba, & Ballesteros-Ricaurte, 2020; Roldán, 2021; Ruiz, 2018; Triana et al., 2017; Vanegas Lago, 2017). Asimismo, el uso de Sistemas de Información de Inteligencia de Negocios que tienen dentro de sus características herramientas para análisis de patrones ocultos y tendencias en el comportamiento de los datos encontrados, favorece a la empresa haciendo esto que tenga una ventaja competitiva frente a las demás

del mismo rubro. (Goyeneche & Esponda, 2022; H. M. Hernández, Mass, & Pérez, 2020; Ó. Hernández, 2011).

4. Discusión

Este trabajo analizó la literatura científica de las bases de datos Dialnet, Scielo y Redalyc sobre el uso de Inteligencia de Negocios en la Toma de Decisiones en las empresas, para lo que se realizó una búsqueda en un rango de tiempo de 06 años; donde se recopiló investigaciones entre el año 2017 al 2022, se encontraron 111 investigaciones de las que solo 39 fueron tomadas en cuenta para el desarrollo del presente trabajo de investigación con el objetivo de realizar un análisis del estado de este tema en las bases de datos previamente mencionadas. Las investigaciones utilizadas provienen de investigadores de países iberoamericanos, por lo cual es necesario poder ampliar la visión de estudios a futuro en más bases de datos científicas y el alcance geográfico a nivel internacional, obteniendo así un mayor cobertura del tema investigado, teniendo en cuenta que es un tema crucial para todas las organizaciones el aprovechamiento de publicaciones disponibles sobre el tema, a fin de que las organizaciones puedan entender mejor el funcionamiento del negocio y que esto les favorezca en el proceso de toma de decisiones.

Se observó un crecimiento de las publicaciones en este tema a partir del año 2020. Las investigaciones centradas en la Inteligencia de Negocios y su impacto en la toma de decisiones empresariales aún son bajas, pero se ha visto la tendencia de crecimiento por la producción de investigaciones enfocadas a esta temática, pasando de 03 publicaciones en el 2018 a 8 publicaciones en el 2022, por lo que es dable pronosticar que las investigaciones seguirán en aumento debido a la creciente preocupación de las empresas de aprovechar y gestionar mejor sus datos, tanto internos como externos, mejorando así su entendimiento del negocio para el proceso de Toma de decisiones y obtener una ventaja competitiva. Este estado de creciente desarrollo del tema investigado en las bases de datos Dialnet, Scielo y Redalyc, puede ayudar a explicar que los métodos de estudios sean de naturaleza exploratorio y descriptivo en su mayoría, y que haya pocos estudios experimentales.

En la revisión sistemática realizada, se puede apreciar el uso de la Metodología Ralph Kimball, y HEFESO, donde se halló a estas metodologías con mejores características para las empresas que quieren una adecuada implementación de Inteligencia de Negocios, Además, de las herramientas tecnológicas implementadas, se utilizaron Pentaho, Microsoft Power BI, y de los estudios descriptivos y exploratorios se resaltan tecnologías relacionadas: Data Minning, Big Data, Data Marts, Data WareHouse y OLAP.

Sobre la tendencia, los estudios evaluados indican que, en cuanto a las herramientas tecnológicas de BI, no solo están enfocadas al análisis de datos históricos del comportamiento de la organización y sus dimensiones, sino que además el análisis de escenarios futuros, soluciones de analítica en la nube, de autoservicio, y de enfoque móvil, que se pueda acceder desde cualquier lugar que tenga acceso a internet. En cuanto a las organizaciones, el enfoque que se percibe es el de consolidar la gestión de la información empresarial para que todo este centralizada y sea fácil su aprovechamiento, además de adaptarse a una cultura orientada a los datos, que permita a los tomadores de decisiones realizar las preguntas adecuadas obteniendo respuestas acertadas, mantener a todas las

áreas de la empresa interconectadas y el flujo de datos optimizados, logrando que sea evaluado permanentemente cualquier cambio que se presente en base a indicadores de negocio a fin de realizar acciones según sea necesario, ya sea para su aprovechamiento o corrección.

5. Conclusiones

La información es un recurso estratégico que beneficia y soporta al proceso de Toma de Decisiones organizacionales, el desempeño de las organizaciones y sus resultados no solo depende de su capacidad de hacerle frente a situaciones críticas e inciertas, o de ser capaces aprovechar oportunidades, sino de la calidad de información empleada en la tomad de decisiones. Por ello es que el uso de Inteligencia de Negocios que soporten la Toma de decisiones en los últimos años, pasó de ser un gasto a ser una ventaja competitiva, un recurso empresarial necesario a fin de cumplir los objetivos empresariales en todos los niveles de decisión organizacionales que asegure el éxito.

Como resultado de la revisión sistemática realizada, la respuesta al objetivo y la pregunta de investigación es que, de forma notoria, el uso de Inteligencia de Negocios en la Toma de decisiones si tienen un impacto positivo en la empresa, brindando más beneficios que desventajas, siendo esto el ahorro de recursos, tanto del tiempo y personal necesario, la automatización de procesos de recolección, procesamiento de datos y generación de reportes, del mismo modo la integración con las diferentes áreas de la empresa permitiendo fácil y rápido acceso a información actualizada y por último, la capacidad de pronosticar escenarios en base a modelos estadísticos que soporten a todos los agentes que toma de decisiones en los distintos niveles.

Referencias

Ali, S., Miah, S. J., Khan, S., Ali, S., Miah, S. J., & Khan, S. (2021). Analysis of Interaction between Business Intelligence and SMEs: Learn from Each Other. JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management, 14(2), 151-168. https://doi.org/10.4301/s1807-17752021000200002

Castro, I. J. M., Segura, B. I. E. D., & Pinedo, M. E. O. (2022). Categorización de inteligencia de negocios en empresas innovadoras del sector de variedades de la ciudad de Cartagena - Colombia. Atlantic Review of Economics: Revista Atlántica de Economía, 1(1), 3.

Dixson, Y. R., & Maturel, L. N. (2019). La inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones en el ámbito académico. GECONTEC: revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, 3(2), 63-73.

Giner, C. (2022). Inteligencia de negocio: Avanzar hacia procesos más eficaces y ganar ventaja competitiva. Harvard Deusto Márketing y Ventas, (152), 12-17.

Goyeneche, J. sebastián M., & Esponda, R. D. E. (2022). Integración de los algoritmos knn y fp-growth para apoyar la gestión de relaciones con clientes. Ingenio Magno, 9(1), 56-70.

Guzmán, D. M. C., & López, G. R. (2021). La inteligencia de negocios: una estrategia para la gestión de las empresas productivas. Revista Ciencia UNEMI, 10(23), 40-48.

Hernández, H. M., Mass, R. C. O., & Pérez, L. M. Z. (2020). Inteligencia de los negocios. Clave del Éxito en la era de la información. CLIO América, 10(20), 194-211.

Hernández, Ó. (2011). Estrategias de márketing inteligentes: la fuerza de la «Business Intelligence». Harvard Deusto Márketing y Ventas, (102), 58-61.

Hernández, R. V. R., Escandón, J. M. S., Mendoza, A. L., & Izaguirre, J. A. H. (2021). La tecnología: una herramienta de apoyo para pymes y emprendedores desde el entorno universitario. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 24(1), 75-82.

Junco, M. J. M., & Castellanos, G. C. (2017). «Business intelligence» y la toma de decisiones financieras: una aproximación teórica. Revista logos ciencia y tecnología, 5(1), 119- 138.

Lago, E. V., & Cantero, L. M. G. (2017). Sistema de inteligencia de negocios para el apoyo al proceso de toma de decisiones. Revista INGENIERÍA UC, 20(3), 25-34.

Marchena, N. S., & Peinado, A. J. R. (2020). Herramientas basadas en Business Intelligence (BI) para la toma de decisiones en el ámbito de la gestión universitaria. Tecnología y desarrollo, (14), 9.

Marchena, N. S., Peinado, A. J. R., Orzaiz, J. O., & Valiente, J. O. (2018). Solución Business Intelligence (BI) Corporativa. Tecnología y desarrollo, (12), 13.

Molinar, C. M. A., Espinoza, P. M., & Llamas, I. O. (2021). Evaluación De Destinos Turísticos Mediante La Tecnología De La Ciencia De Datos. Estudios y Perspectivas en Turismo, 26(2), 286-305.

Morales, M. D. O., Aguilar, L. J., & Marín, L. M. G. (2020). Los desafíos del marketing en la era del big data. Revista e-Ciencias de la Información, 6(1), 1-30.

Moro, P., & Muiña, F. E. G. (2020). Modelos de inteligencia organizativa y recomendaciones para el desarrollo de la inteligencia organizativa. Dirección y organización: Revista de dirección, organización y administración de empresas, (60), 24-39.

Muylder, C. F. D., Falce, J. L. L., & Gomes, S. A. R. (2017). Los impactos del Business Intelligence en la Gestión del Área comercial de empresa del Sector de Comunicación de Minas Gerais: un estudio de caso. Ciencias de la Información, 44(3), 3-12.

Palacios, E. (2021). Hardware y software para restauración: herramientas para la toma de decisiones. Alimarket: Hoteles y Restauración: Hostelmarket.

Rao, A. S. (2022). Una nueva etapa de globalización. Integración & comercio, (44 (Julio)), 50-60.

Rivera, S. I. G. (2019). Big Data Marketing: una aproximación. PERSPECTIVAS, (35), 147- 158.

Roldán, M. F. (2021). Inteligencia empresarial adaptativa y su aplicación predictiva sobre patrones taxonómicos de deserción. Teknos Revista Científica, 17(2).

Ruiz, I. M. (2018). Solución de inteligencia de negocios y toma de decisiones en la gestión administrativa de boticas. UCV - HACER: Revista de Investigación y Cultura, 3(2), 36-42.

Sánchez, M. T., Cervantes, Y. E., Cuevas, A. S., Hernández, L. G., & Cuevas, A. J. S. (2019). Modelación Tabular: una alternativa sugerente para el análisis de los datos. Ciencias de la Información, 46(1), 3-10.

Tello, E. A., & Velasco, J. M. A. P. (2020). Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. Contaduría y administración, 61(1), 127-158.

Tong, M. M. T. (2019). La inteligencia de mercado en las empresas exportadoras e importadoras peruanas. Ingeniería Industrial, (33), 71-97.

Vanegas Lago, E. (2017). Sistema de inteligencia de negocios para acueducto y alcantarillado. 3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, 2(5), 2.

Vas, L. M. (2022). Cuando los errores se pagan : El precio de no disponer de una base de datos de calidad. Harvard Deusto Márketing y Ventas, (148), 42-47.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 03/09/2023
Aceitação/Acceptance: 07/11/2023

Distribución de cámaras de videovigilancia en almacenes de productos de exportación usando el algoritmo Spider Monkey Optimization (SMO)

Mauricio Ochoa, Rony Cueva, Manuel Tupia

a20170640@pucp.edu.pe; cueva.r@pucp.edu.pe; tupia.mf@pucp.edu.pe

Pontificia Universidad Católica del Perú, Avenida Universitaria 1801, San Miguel, Lima, Perú.

Pages: 148-161

Resumen: Como parte de las labores de seguridad empresarial, el correcto control de las actividades de un almacén de productos debe estar soportada por medio de sistemas cerrados de cámaras de vigilancia (CCTV) de manera permanente. La ubicación de estos dispositivos debe ser suficientemente adecuada para que cubran todas las posiciones de dichas facilidades, minimizando puntos ciegos y la cantidad de cámaras de video empleadas. Para su disposición optimizada casi no se emplean algoritmos basados en inteligencia artificial o del tipo bio-inspirados. En el presente estudio se muestra el desarrollo de un algoritmo *Spider Monkey* (SMO) para la repartición eficiente de dichas video cámaras.

Palabras-clave: Spider Monkey Optimization Algorithm; algoritmos bio-inspirados; inteligencia artificial; optimización combinatoria; distribución de video cámaras.

Distribution of video surveillance cameras in export product warehouses using the Spider Monkey Optimization (SMO) algorithm

Abstract: As part of the industrial security tasks, the correct control of the activities of a product warehouse must be supported by means of closed-circuit camera surveillance systems (CCTV) on a permanent basis. The location of these devices must be sufficiently adequate to cover all positions of such facilities, minimizing blind spots and the number of video cameras used. Artificial intelligence-based or bio-inspired algorithms are hardly used for their optimized arrangement. Present paper shows the development of a Spider Monkey (SMO) algorithm for the efficient distribution of these video cameras.

Keywords: Spider Monkey Optimization Algorithm; bio-inspired algorithms; artificial intelligence; combinatorial optimization; video camera distribution.

1. Introducción

El incremento de la demanda en sistemas de vigilancia y la necesidad de distribuir eficientemente las cámaras de seguridad ha impulsado un crecimiento significativo

en este campo (Suresh et al., 2020). Sin embargo, este aumento en la importancia de las cámaras de vigilancia conlleva varios desafíos y problemáticas fundamentales que impactan en la eficacia y eficiencia de dichos sistemas (Crocco et al., 2016; Kritter et al., 2020; Nam & Hong, 2012). Uno de los problemas centrales es la falta de distribuciones óptimas debido a la utilización de enfoques simplificados en los algoritmos de diseño de sistemas de vigilancia (Nam et al., 2012). Esta limitación compromete la consecución de los objetivos de seguridad propuestos, ya que no se consideran todas las variables y restricciones relevantes para situaciones del mundo real.

Además, el proceso de ubicación de cámaras se enfrenta a la complejidad intrínseca de ser un problema de optimización NP-difícil, lo que resulta en una búsqueda computacionalmente costosa y prolongada para soluciones óptimas (Kritter et al., 2019; Liu et al., 2016; Wang et al., 2020). Aunque los algoritmos genéticos son comunes en esta área debido a su capacidad para manejar múltiples objetivos, otros enfoques bioinspirados, como el Particle Swarm Optimization (PSO), también han demostrado ser efectivos para resolver problemas complejos de optimización (Hsieh et al., 2011; Wang et al., 2020; Yuan et al., 2023).

En el presente artículo se va a presentar el diseño de un algoritmo bioninspirado de la familia *Spider Monkey Optimization (SMO)* para resolver el problema de la distribución de cámaras en facilidades tales como los almacenes. La organización del artículo es la siguiente: en la sección 2 se tendrá la descripción de la problemática y el estado del arte; la sección 3 mostrará el marco conceptual sobre el algoritmo SMO; la sección 4 presenta el diseño algorítmico propuesto; la sección 5 muestra la experimentación numérica y finalmente, la sección 6 muestra las conclusiones.

2. Problemática

En la actualidad la verificación de las distribuciones de sistemas de vigilancia depende en gran medida del conocimiento y la experiencia manual, lo que carece de referencias estandarizadas para comparar algoritmos y validar soluciones (Kritter et al., 2019; The CCTV Advisory Service, 2020). La insuficiente consideración de variables y restricciones, junto con la complejidad de la ubicación de las cámaras y la falta de un procedimiento adecuado de validación de soluciones, resulta en distribuciones subóptimas de cámaras de vigilancia. Esto da lugar a disposiciones excesivamente densas o dispersas, lo que resulta en desperdicio de recursos, mayores costos, cobertura redundante en áreas de baja prioridad, puntos ciegos y una disminución en el rendimiento de detección, como se detalla en la Figura 1 - (Nam et al., 2012; Konda et al., 2013; Hsieh et al., 2011; Fatlawi et al., 2018; Jinlei et al., 2018).

2.1. Estado del Arte

En esta sección se presenta una revisión de literatura para identificar, evaluar e interpretar investigaciones relevantes que abordan preguntas de investigación, áreas temáticas o áreas de interés (Kitchenham, 2007). Basados en la fase de planificación de Kitchenham, los objetivos de la revisión se formulan para guiar la formulación de las preguntas de investigación y así identificar los estudios primarios que contribuirán a la

investigación. La Tabla 1 - presenta una desglosada de los objetivos de la revisión y las preguntas que se relacionan con cada uno de estos objetivos.

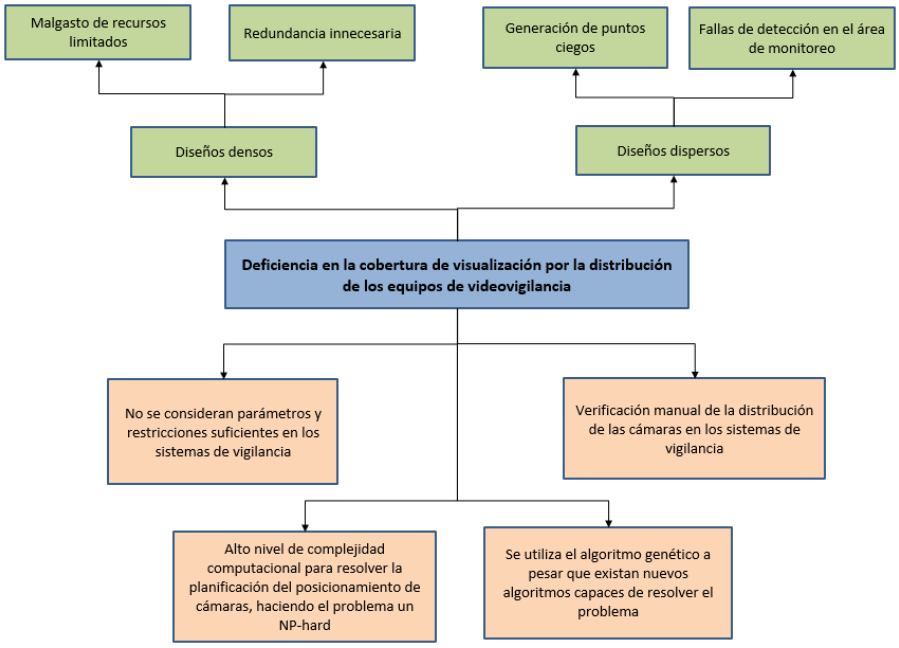


Figura 1 – Árbol de Problemas

Objetivos de la Revisión	Preguntas de la Revisión
Obtener conocimientos sobre los conceptos clave relacionados con la distribución de cámaras de vigilancia en entornos interiores	¿Cuáles son las características y conceptos clave relacionados con la distribución de sistemas de vigilancia de video?
Explorar los algoritmos más comúnmente utilizados para resolver el problema de distribución de cámaras de vigilancia	¿Qué tipos de algoritmos se emplean para optimizar la distribución de cámaras de vigilancia, cuál es el algoritmo más utilizado para este problema y por qué?
Investigar diversas métricas para evaluar el rendimiento de la distribución de cámaras de vigilancia	¿Qué variables y restricciones se encuentran al resolver el problema de distribución del sistema de vigilancia y cómo se aplican a dicho problema?
Explorar diferentes enfoques para modelar el entorno de trabajo y optimizar la cobertura de cámaras	¿Qué métricas se utilizan para evaluar la calidad de la distribución de cámaras, y cuáles son las métricas más comúnmente empleadas para comparar diferentes algoritmos?

Tabla 1 – Objetivos y Preguntas de la Revisión

2.2. Resultados de la Revisión del Estado del Arte

Durante la revisión bibliográfica, se localizaron inicialmente un total de 107 documentos mediante las cadenas de búsqueda definidas. Tras eliminar duplicados, quedaron 103

documentos únicos. Para seleccionar los estudios primarios, se aplicaron criterios específicos, excluyendo aquellos que emplearon métodos de análisis de datos o programación lineal para resolver el problema. Además, se descartaron documentos que no se enfocaron en la optimización de la distribución de cámaras de vigilancia y los publicados después de 2005, con el fin de asegurar la inclusión de desarrollos contemporáneos. Los documentos depurados para cada motor de búsqueda se presentan en la Tabla 2 -. Se extrajo información relevante de estos estudios para abordar las preguntas de investigación.

Motor de Búsqueda	Documentos Iniciales	Documentos Únicos	Estudios Primarios
Scopus	13	13	3
ACM Digital Library	6	6	1
IEEE Xplore Digital Library	88	84	9
Total	107	103	13

Tabla 2 – Documentos encontrados por cada motor de búsqueda

3. Spider Monkey Optimization (SMO)

En esta sección, presentamos el algoritmo Spider Monkey Optimization (SMO), el cual será utilizado para abordar el problema en cuestión. SMO es un algoritmo de optimización inspirado en la naturaleza, basado en el comportamiento de los monos araña en su entorno natural. Imita las interacciones sociales y patrones de búsqueda de grupos de monos araña para encontrar soluciones óptimas.

3.1. Definición

El algoritmo Spider Monkey Optimization (SMO) es un enfoque bioinspirado que imita el comportamiento de búsqueda de alimento en las sociedades de monos araña, caracterizadas por sus estructuras sociales dinámicas y movimientos grupales (Bansal et al., 2014; Norconk et al., 1994).

El algoritmo consta de seis fases: inicialización de la población, fase del líder local (ajuste de posiciones basado en la experiencia del líder del grupo), fase del líder global (ajuste de posiciones basado en el líder de la colonia), fase de aprendizaje de líderes global y local (actualización de posición del líder en ubicación prometedora a nivel de colonia o de grupo respectivamente), fase de decisión del líder local (reubicación del grupo si no hay mejoras) y fase de decisión del líder global (división o reunión del grupo si no hay mejoras) (Bansal et al., 2014).

3.2. Parámetros

La Tabla 3 - presenta los parámetros clave utilizados para representar el problema de ubicación de cámaras, especialmente en relación con el campo de visión de las cámaras y el cálculo de su cobertura. Estos parámetros son esenciales para modelar con precisión las características y restricciones del problema. Consulta la tabla para obtener una descripción concisa de cada parámetro y su símbolo correspondiente.

Parámetro	Descripción	Símbolo
Ancho del Sensor	Representa el ancho del sensor de la cámara en milímetros (mm).	h
Distancia Focal	Representa la distancia entre la lente y el sensor en milímetros (mm).	f
Resolución de la Cámara	Representa la resolución horizontal de la cámara en píxeles.	Rh
Píxeles por Metro	Representa la densidad mínima de píxeles por metro en las imágenes capturadas por las cámaras.	PPM
Rango de Detección	Representa la distancia máxima en metros que una cámara puede observar manteniendo calidad suficiente para detectar varios eventos.	r
Área de Monitoreo	Matriz bidimensional que representa el área que debe cubrirse mediante la ubicación de las cámaras. En este caso, es un almacén de exportación.	A_{ij}
Áreas Prioritarias	Matriz bidimensional que representa los niveles de prioridad asignados a zonas específicas dentro del área de monitoreo. Por ejemplo, áreas de carga en un almacén de exportación que requieren cobertura desde múltiples ángulos.	P_{ij}
Costo de la Cámara	Representa el costo asociado con cada cámara según características específicas.	W
Número Máximo de Cámaras	Representa el número máximo de cámaras que se pueden utilizar en el sistema.	N_{max}

Tabla 3 – Principales Parámetros Identificados

En el caso de los almacenes de exportación, existe una restricción donde solo se emplean cámaras estáticas. Estas cámaras no tienen la opción de girar vertical u horizontalmente, ni tampoco tienen capacidades de zoom como las cámaras PTZ (Pan-Tilt-Zoom). La representación del campo de visión de este tipo de cámaras se muestra en la Figura 2 -.

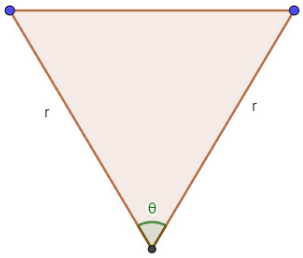


Figura 2 – Representación del campo de visión de una cámara estática

3.3. Restricciones

1. Restricción del Porcentaje de Área de Cobertura

$$\sum_{i=0}^{wi} \sum_{j=0}^{he} V_{ij} \geq c * \sum_{i=0}^{wi} \sum_{j=0}^{he} A_{ij} \quad (1)$$

Donde:

- ***V*** es la matriz de visibilidad generada por la cobertura de la distribución de cámaras, respetando los requisitos de las áreas P.
- ***wi*** es la longitud del almacén de exportación.
- ***he*** es el ancho del almacén de exportación.
- ***A*** es la matriz del área de monitoreo, es decir, el almacén de exportación.
- ***c*** es el porcentaje mínimo de área que debe estar cubierto por la solución.

2. Restricción de Ubicaciones Viables para la Instalación de Cámaras

$$\sum_{i=0}^{wi} \sum_{j=0}^{he} L_{ij} * S_{ij} \geq n \quad (2)$$

Donde:

- ***L*** es la matriz de ubicaciones viables para la instalación con valores de 0 ó 1, donde 1 indica viabilidad y 0 indica lo contrario.
- ***S*** es la matriz de ubicaciones de colocación de cámaras en la distribución con valores de 0 ó 1, donde 1 indica que una cámara ha sido posicionada y 0 indica lo contrario.
- ***wi*** es la longitud del almacén de exportación.
- ***he*** es el ancho del almacén de exportación.
- ***n*** es el número de cámaras utilizadas en la solución.

3. Restricción del Número Máximo de Cámaras

$$\sum_{i=0}^{wi} \sum_{j=0}^{he} S_{ij} \geq N_{max} \quad (3)$$

Donde:

- ***S*** es la matriz de ubicaciones de colocación de cámaras en la distribución con valores de 0 ó 1, donde 1 indica que se ha posicionado una cámara y 0 indica lo contrario.
- ***wi*** es la longitud del almacén de exportación.
- ***he*** es el ancho del almacén de exportación.
- N_{max} es el número máximo de cámaras que se pueden utilizar en una solución.

3.4. Función Objetivo

La función objetivo evalúa la efectividad de la solución de ubicación de cámaras considerando la cobertura tanto de las zonas prioritarias como de las zonas no prioritarias en el almacén. Los pesos de las cámaras y las matrices de visibilidad ayudan a determinar la calidad general de cobertura. El factor α ajusta la importancia dada a las

zonas prioritarias en comparación con las zonas no prioritarias. El primer componente es una adaptación de la Métrica de Cobertura de Cámaras (Indu et al.,2009).

$$FO: max\left(\frac{\sum_{i=0}^{wi}\sum_{j=0}^{he}\left(\alpha * B_{ij} + C_{ij}\right)}{\sum_{k=0}^{n} W_k}\right) \quad (4)$$

Donde:

- W_k representa el peso de la cámara k en la solución.
- ***n*** denota el número de cámaras utilizadas en la solución.
- ***B*** es una matriz de visibilidad de las zonas prioritarias cubiertas.
- ***C*** es una matriz de visibilidad de las zonas que no requieren alta prioridad y que pueden ser cubiertas por una sola cámara.
- **α** es un factor que ajusta la importancia relativa de las zonas prioritarias en comparación con las zonas no prioritarias.
- ***wi*** es la longitud del almacén de exportación.
- ***he*** es el ancho del almacén de exportación.

3.5. Representación de Estructuras Principales

En esta sección, nos enfocamos en definir las principales estructuras claves del algoritmo. Comprender estas estructuras es fundamental para resolver eficazmente el problema de ubicación de cámaras y optimizar el sistema de vigilancia.

Representación de modelo de cámara. Un modelo de cámara es una estructura de parámetros fijos para una serie de cámaras, que incluye atributos como el ancho del sensor, distancia focal, resolución de la cámara, alcance de detección y costo.

Representación de cámaras. Una cámara es una estructura individual optimizada por el algoritmo, con parámetros que incluyen coordenadas x e y, ángulo de desplazamiento, modelo de cámara y una bandera de uso.

Mono araña (SM). Cada SM representa una solución válida, compuesta por un arreglo de cámaras que cumplen con las restricciones establecidas. Está compuesto por un conjunto de cámaras.

Grupo de monos araña. Esta estructura contiene un conjunto de monos araña, un registro que destaca al líder local del grupo, el número de individuos en el grupo, un contador límite local y el límite local.

Población de monos araña. La estructura de población consiste en un conjunto de grupos, un registro que destaca al líder global, el número máximo de grupos, el tamaño de la población, un contador límite global, el límite global y la tasa de perturbación (pr).

4. Algoritmo Propuesto

En esta sección, presentamos nuestra propuesta de adaptación del algoritmo SMO, presentado por Bansal et al. en 2014, para abordar el problema de ubicación de cámaras. Dicho algoritmo sigue la estructura como se muestra en la Figura 3 -.

```
Algoritmo Spider Monkey Optimization
Inicializar todos los componentes del algoritmo
Calcular la función objetivo para cada individuo
Seleccionar Lideres Locales y Global
mientras(condición de parada no cumplida) hacer
  Fase de Líder Local
  Fase de Líder Global
  Fase de Aprendizaje de Líder Local
  Fase de Aprendizaje de Líder Global
  para cada grupo en población hacer
    si (veces_lider_local_sin_cambiar >
        limite_lider_loca) entonces
      Fase de Decisión de Líder Local
    fin si
  fin para
  si (veces_lider_global_sin_cambiar >
      limite_lider_global) entonces
    Fase de Decisión de Líder Global
  fin si
fin mientras
```

Figura 3 – Pseudocodigo del Algoritmo SMO

4.1. Inicialización

En esta etapa, se inicializa la población de monos araña con soluciones generadas aleatoriamente. Cada SM representa un arreglo de cámaras, y sus variables se optimizan dentro de rangos especificados. El proceso de inicialización asigna valores aleatorios a las variables de cada SM dentro de rangos válidos dados, asegurando diversidad en la población.

4.2. Fase de Líder Local

En esta fase, cada SM ajusta su posición basándose en el líder local y la experiencia del grupo. El SM calcula una posición tentativa y la evalúa en comparación con la posición anterior utilizando la función de aptitud. Si la nueva posición es mejor, el individuo actualiza su posición. En la fase implementada, cada miembro de la población actualiza sus componentes basándose en el líder local y un individuo seleccionado al azar del grupo. La actualización depende de la tasa de perturbación impuesta.

4.3. Fase de Líder Global

En esta fase, cada SM actualiza su posición basándose en el líder global y la experiencia del grupo. A diferencia de la fase de líder local, cada individuo tiene una probabilidad calculada en función del valor de su función objetivo. Los mejores individuos en la población tienen una probabilidad más alta de mejorar sus valores. En la fase

implementada, cada miembro de la colonia calcula su probabilidad de mejora utilizando el valor de su función objetivo y el mejor valor en el grupo. En esta fase, una dimensión seleccionada al azar del vector del mono araña se actualiza basándose en el valor del líder global en esa dimensión y el valor de otro miembro del mismo grupo.

4.4. Fase Aprendizaje de Líder Local y Líder Global

Durante la fase de Aprendizaje del Líder Local, se utiliza la mejor solución dentro de cada grupo para actualizar la posición del líder local. Si la posición del líder local permanece sin cambios, se incrementa el contador límite local para ese grupo específico. Posteriormente, en la fase de Aprendizaje del Líder Global, la posición del líder global se actualiza seleccionando la mejor solución de toda la población. Si la posición del líder global permanece sin cambios, se incrementa el contador límite global.

4.5. Fase de Decisión de Líder Local

En esta fase, el líder local toma una decisión si no logra actualizar su posición dentro del umbral "límite del líder local". Cuando esto ocurre, el líder local decide dispersar el grupo hacia otra área donde pueda haber una mejor fuente de alimento. Cada individuo en el grupo puede reinicializarse o utilizar las posiciones del líder global y del líder local para acercarse al primero y alejarse del segundo. En la fase implementada, si el líder local ha alcanzado su límite en la actualización de su posición, reinicia el contador y actualiza a cada individuo del grupo en función de la tasa de perturbación y las posiciones del líder global y del líder local.

4.6. Fase de Decisión de Líder Global

En esta fase, el líder global toma una decisión si no logra actualizar su posición dentro del umbral "límite del líder global". Cuando esto ocurre, el líder global decide dividir la población en más grupos o fusionar toda la población en un solo grupo si se ha alcanzado el número máximo permitido de grupos. El algoritmo comienza dividiendo la población en dos grupos, luego en tres y así sucesivamente hasta alcanzar el número máximo permitido de grupos. Este comportamiento simula la estructura de fusión-fisión observada en colonias de monos araña.

4.7. Algoritmo

La adaptación propuesta sigue la misma estructura que la presentada en la sección 4.1. Para calcular la función objetivo, se genera una matriz de visibilidad utilizando un algoritmo de RayCast en 2D. Este algoritmo determina la región observable de cada cámara en la solución propuesta. Primero, se calcula una barrera de frontera basada en las variables de la cámara. Luego, utilizando el algoritmo de línea Bresenham, se dibujan líneas para calcular los puntos de frontera y se lanzan rayos desde la cámara hasta estos puntos. Si un rayo interseca un obstáculo, se dibuja la línea hasta ese punto, como se muestra en la Figura 4 -. Este algoritmo permite calcular la cobertura visual y la redundancia de cada solución. La matriz de visibilidad es crucial para evaluar la función objetivo en el algoritmo.

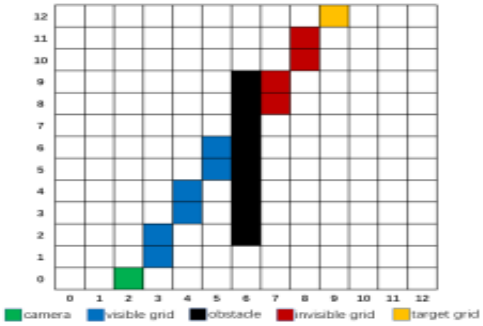


Figura 4 – Representación gráfica de un rayo de visión

5. Experimentación Numérica

En esta sección, se lleva a cabo un experimento numérico para comparar el rendimiento del algoritmo Spider Monkey Optimization (SMO) con un Algoritmo Genético (GA) en la resolución del problema dado. El objetivo es evaluar y analizar la efectividad y eficiencia del SMO en comparación con el GA.

5.1. Spider Monkey Optimization

Para encontrar los mejores parámetros para el SMO, se probaron múltiples combinaciones de valores. Se comenzó con aquellos presentados en "Spider Monkey Optimization algorithm for numerical optimization" (Bansal et al.,2014), y luego se realizaron algunas desviaciones dentro de los valores máximos y mínimos. Los mejores valores de los parámetros para resolver este problema se presentan en la Tabla 4 -.

Parámetro	Valor
Tamaño de la Población	75
Límite del Líder Global	33
Límite del Líder Local	101
Tasa de Perturbación	0.9

Tabla 4 – Mejores parámetros para el SMO

5.2. Algoritmo Genético

Similarmente, para encontrar los mejores parámetros para el Algoritmo Genético, se probaron múltiples combinaciones de valores. Se comenzó con aquellos presentados en "Optimal Sensor Placement for Surveillance of Large Spaces" (Indu et al.,2009). Los mejores valores de los parámetros para este problema se presentan en la Tabla 5 -.

Parámetro	Valor
Tamaño de la Población	50

Parámetro	Valor
Máximo de Genes a Mutar	5
Tasa de Mutación	0.201
Tasa de Cruce	0.7
Tasa de Mejores a Mantener	0.9

Tabla 5 – Mejores parámetros para el algoritmo genético

5.3. Reporte de Experimentación Numérica

Para la experimentación numérica, los algoritmos se ejecutaron 50 veces cada uno utilizando los mejores parámetros encontrados en las secciones anteriores.

Hipótesis. El objetivo principal de este estudio es comparar el rendimiento de los algoritmos SMO y genético. Específicamente, compararemos la función objetivo, la métrica de cobertura de cámaras y los costos de cada solución. Las hipótesis a ser probadas se resumen en la Tabla 6 -:

Función Objetivo	Hipótesis	
Función Objetivo Principal	H_0	La diferencia en las medianas entre los valores de la función objetivo principal para cada algoritmo es igual a 0.
	H_1	La diferencia en las medianas entre los valores de la función objetivo principal para cada algoritmo no es igual a 0.
Camera Coverage Metric	H_0	La diferencia en las medianas entre los valores de la métrica de cobertura de cámaras para cada algoritmo es igual a 0.
	H_1	La diferencia en las medianas entre los valores de la métrica de cobertura de cámaras para cada algoritmo no es igual a 0.
Función de Costo	H_0	La diferencia en las medianas entre los valores de la función de costo para cada algoritmo es igual a 0.
	H_1	La diferencia en las medianas entre los valores de la función de costo para cada algoritmo no es igual a 0.

Tabla 6 – Hipótesis a probar

Las hipótesis se basan en la comparación de medianas debido a la falta de distribución normal en los resultados de cada algoritmo ($p < 0.05$ en la prueba de normalidad). Además, la homogeneidad de las varianzas no se cumple según la Prueba de Bartlett ($p < 0.05$). Por lo tanto, se optó por la Prueba U de Mann-Whitney para el análisis estadístico.

Prueba U de Mann-Whitney. Los p-values obtenidos por la prueba son 7.271e-15, 2.2e-16 y 0.005 para las funciones objetivo. Con un nivel de confianza del 0.95, se puede concluir que las medianas de cada algoritmo difieren significativamente para todas las funciones objetivo, lo que indica que un algoritmo tiene un mejor rendimiento que el otro en la resolución de este problema.

5.4. Discusión

Basándonos en la experimentación numérica, es evidente que el Algoritmo Genético supera al Algoritmo Spider Monkey Optimization (SMO) en términos de la función objetivo principal y la cobertura de soluciones, como se muestra en la Figura 5 -. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el Algoritmo Genético tiende a utilizar un mayor número de cámaras en comparación con el SMO. Considerando la importancia de lograr una cobertura óptima en un almacén de exportación, se puede concluir que el Algoritmo Genético es una opción superior para resolver el problema, ya que ofrece una mejor cobertura en sus soluciones.

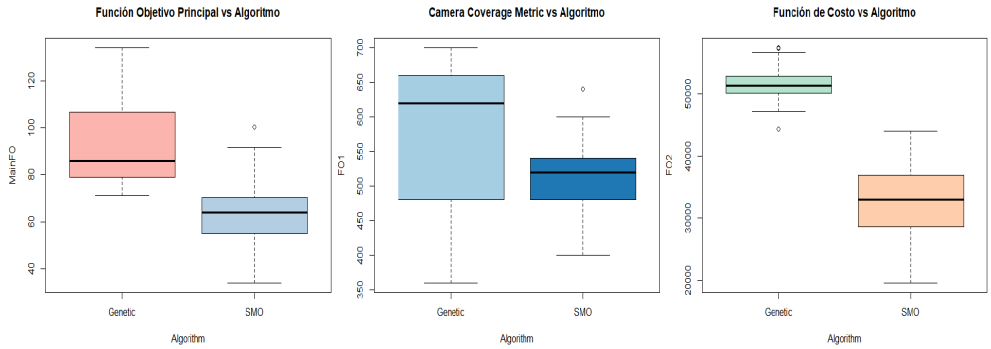


Figura 5 – Diagramas de caja de rendimiento de cada algoritmo con cada Función Objetivo

6. Conclusiones

En conclusión, la adaptación del algoritmo Spider Monkey Optimization (SMO) aborda efectivamente el problema de la ubicación óptima de cámaras en sistemas de vigilancia. Sin embargo, en comparación con el Algoritmo Genético, el algoritmo SMO tiende a utilizar menos cámaras, lo que resulta en una menor cobertura en sus soluciones. Por otro lado, el Algoritmo Genético proporciona una cobertura superior, pero a un costo mayor debido al mayor número de cámaras requeridas.

La elección entre el algoritmo SMO y el Algoritmo Genético depende de los requisitos y restricciones específicas del sistema de vigilancia. Si el costo es una preocupación significativa y se puede lograr una cobertura satisfactoria con menos cámaras, el algoritmo SMO puede ser una opción adecuada. Sin embargo, si la cobertura es primordial y las restricciones presupuestarias son menos restrictivas, el Algoritmo Genético ofrece una solución convincente.

Referencias

Bansal, J. C., Sharma, H., Jadon, S. S., & Clerc, M. (2014). Spider Monkey Optimization algorithm for numerical optimization. Memetic Computing, 6(1), 31–47. https://doi.org/10.1007/s12293-013-0128-0

Crocco, M., Cristani, M., Trucco, A., & Murino, V. (2016). Audio surveillance: A systematic review. In ACM Computing Surveys (Vol. 48, Issue 4). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2871183

Fatlawi, A., Vahedian, A., & Bachache, N. K. (2018, Octubre). Optimal camera placement using sine-cosine algorithm. In 2018 8th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE) (pp. 115-119). IEEE.

Garg, R., Indu, S., & Chaudhury, S. (2011). Camera and light source placement: A multi-objective approach. Proceedings - 2011 3rd National Conference on Computer Vision, Pattern Recognition, Image Processing and Graphics, NCVPRIPG 2011, 187–191. https://doi.org/10.1109/NCVPRIPG.2011.47

Hsieh, Y. C., Lee, Y. C., & You, P. S. (2011). The optimal locations of surveillance cameras on straight lanes. Expert Systems with Applications, 38(5), 5416–5422. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.10.014

Indu, S., Bhattacharyya, A., Mittal, N. R., & Chaudhury, S. (2009). Optimal sensor placement for surveillance of large spaces. 2009 3rd ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras, ICDSC 2009. https://doi.org/10.1109/ICDSC.2009.5289398

Jinlei, H., Xiaobin, L., Cunhai, L., Xiaoyu, X., Haoxia, J., & Junhuang, Z. (2018). 2018 International Conference on Power System Technology (POWERCON). IEEE.

Jousselme, A.-L., Maupin Benoˆıt, P., Debaque, B., & Prévost, D. (2012). A Decision Support Tool for a Ground Air Traffic Control Application.

Kitchenham, B., & Charters, S. (01 2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. 2.

Kritter, J., Brévilliers, M., Lepagnot, J., & Idoumghar, L. (2019). 2019 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT'19) : April 23-26, 2019, Le Cnam, Paris, France.

Kritter, J., Brevilliers, M., Lepagnot, J., & Idoumghar, L. (2020). On the use of human-assisted optimisation for the optimal camera placement problem and the surveillance of urban events. 7th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2020, 1000–1005. https://doi.org/10.1109/CoDIT49905.2020.9263977

Konda, K. R., & Conci, N. (2013). Optimal configuration of PTZ camera networks based on visual quality assessment and coverage maximization. 2013 7th International Conference on Distributed Smart Cameras, ICDSC 2013. https://doi.org/10.1109/ICDSC.2013.6778202

Liu, J., Sridharan, S., & Fookes, C. (2016). Recent advances in camera planning for large area surveillance: A comprehensive review. In ACM Computing Surveys (Vol. 49, Issue 1). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2906148

Nam, Y., & Hong, S. (2012). Optimal placement of multiple visual sensors using simulation of pedestrian movement. 2012 International Conference on Computing, Networking and Communications, ICNC'12, 67–71. https://doi.org/10.1109/ICCNC.2012.6167509

Norconk, M. A., & Kinzey, W. G. (1994). Challenge of neotropical frugivory: Travel patterns of spider monkeys and bearded sakis. American journal of primatology, 34(2), 171–183. https://doi.org/10.1002/ajp.1350340208

Suresh, M. S., Narayanan, A., & Menon, V. (2020). Maximizing camera coverage in multicamera surveillance networks. IEEE Sensors Journal, 20(17), 10170-10178

The CCTV Advisory Service. (2020, 30 Marzo). Specifying a CCTV System. CCTV Information. Recuperado 25 de abril de 2022, de https://www.cctv-information.co.uk/article/specifying-a-cctv-system/

Wang, X., Zhang, H., & Gu, H. (2020). Solving Optimal Camera Placement Problems in IoT Using LH-RPSO. IEEE Access, 8, 40881–40891. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2941069

Yuan, X., Xu, X., & Zhang, L. (2023) Study and Practice of Laboratory Safety Management and Asset Management Evaluation Based on Computational Intelligence. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 2023 (E55), 391-403.

Zhang, G., Dong, B., & Zheng, J. (2015). Visual Sensor Placement and Orientation Optimization for Surveillance Systems. Proceedings - 2015 10th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications, BWCCA 2015, 1–5. https://doi.org/10.1109/BWCCA.2015.19

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 20/09/2023
Aceitação/Acceptance: 30/11/2023

La educación virtual en pandemia: Una experiencia en el doctorado de una escuela de posgrado en el sur del Perú

Velarde-Molina Jehovanni Fabricio[1], Fernández-Argandoña Regis[2], Laura-De La Cruz Kevin Mario[3], Maldonado-Davila Stephanny[4], Moscoso-Zegarra Giomar Walter[5], Cárdenas-Rueda Pedro Ronald[6]

jehovannifabricio.velarde@epnewman.edu.pe; regaferar@gmail.com; kevinmario.laura@epnewman.edu.pe; stephannymaldonado@gmail.com; giomarwalter.moscoso@epnewman.edu.pe; percardenas@upt.pe

[1,3,4,5] Escuela de Posgrado Newman

[2] IES John Von Neumann

[6] Universidad Privada de Tacna

Pages: 162-169

Resumen: A razón del distanciamiento social obligatorio que se impuso bajo DS N° 044 PCM 2020 debido a la pandemia por Covid 19, las instituciones educativas como las escuelas de posgrado se vieron en la necesidad de cambiar de modalidad de enseñanza, optando por la modalidad a distancia (SUNEDU, modificatoria) que es en base al uso de una plataforma tecnológica, se conoce también como educación virtual. El objetivo del presente estudio fue analizar el nivel de satisfacción de los doctorandos, para lograr obtener información se aplicó una encuesta a una muestra de 22 doctorandos. La investigación es de enfoque cuantitativo de tipo exploratorio-descriptivo. Entre los principales hallazgos tenemos un alto nivel de satisfacción de los doctorandos con un 72,73 %. También se puede resaltar que existe una buena percepción sobre la educación virtual con un 68,18 %, Estos resultados son muy favorables para la educación virtual impartida por la escuela de posgrado. Se concluye que la percepción de la educación virtual es muy buena para la impartición del programa de Doctorado en Educación.

Palabras-clave: Educación virtual, modalidad de enseñanza, satisfacción, nivel posgrado.

Virtual education during the pandemic: an experience in the doctoral program of a graduate school in southern Peru.

Abstract: Due to the mandatory social distancing that was imposed under DS No. 044 PCM 2020 due to the covid 19 pandemic, educational institutions such as graduate schools found it necessary to change their teaching modality, opting for the distance modality. (SUNEDU) which is based on the use of a technological platform, is also known as virtual education. The objective of this study was to

analyze the level of satisfaction of doctoral students, in order to obtain information, a survey was applied to a sample of 22 doctoral students. The research has a quantitative approach of an exploratory-descriptive type. Among the main findings we have a high level of satisfaction of doctoral students with 72.73%. It can also be highlighted that there is a good perception of virtual education with 68.18%. These results are very favorable for virtual education provided by the graduate school. It is concluded that the perception of virtual education is very good for the teaching of the Doctorate in Education program.

Keywords: Virtual education, teaching modality, satisfaction, postgraduate level.

1. Introducción

El estudio de Ruiz y López (2019) menciona que "la educación en tiempos de pandemia, analizó la evolución de la educación universitaria frente a la época actual, parte del criterio de que el escenario del aprendizaje ha sufrido un giro vertiginoso de formas inesperadas, enfatizando el uso de la tecnología de la información y la comunicación." Afirmando la que integración con los sistemas educativos es necesaria, por lo que plantea repensar los diseños de aprendizaje hasta ese momento desarrollados, la utilización de estos nuevos recursos hace que la enseñanza virtual pueda impartirse sin poner pausa a la programación académica normal. Esta nueva mirada propone hacer cambios no solo metodológicos y sino organizacionales.

Sin embargo, la satisfacción que pueda tener los doctorandos, se tangibiliza en la calidad de enseñanza a través de la virtualidad este proceso podría verse afectada, si es que los doctorandos no lograrían aprender. Para continuar con la formación académica se optó por la educación virtual, una forma de aprendizaje mediada por la tecnología y una malla curricular adaptada al nuevo desafío.

Según Saza (2018) señala que "la educación virtual no solo requiere de una innovadora propuesta tecnológica, es necesario también una propuesta pedagógica, con estrategias que respondan a una didáctica, según el nivel educativo. Siendo la formación postgraduada, como el doctorado, el requerimiento de enfoques que respondan a procesos cognitivos superiores, con alta demanda cognitiva y aprendizaje profundo." Este nivel de enseñanza pone a prueba en todo momento a la labor docente, ya que no se pretende sustituir competencias del decente utilizando las tecnologías de información, sino potenciar las estrategias a utilizar para lograr transmitir los saberes.

Por lo que, una Escuela de Posgrado en el sur de Perú, no está al margen de la problemática descrita, debido a que también toma las acciones de utilizar las plataformas digitales como respuesta a la adaptabilidad de la nueva enseñanza virtual, siendo el programa de doctorado que asumió el cambio de educación presencial a la modalidad virtual, garantizando los recursos y materiales para que los estudiantes continúen desarrollando competencias, a través de la complementación de procesos en la plataforma considerando el desarrollo de los procesos pedagógicos y didácticos de la formación postgraduada. El resultado fue la acogida de doctorandos externos a la región, permitiendo tener una clase con mayor diversidad de enfoques y experiencias compartidas en las sesiones virtuales, siendo una experiencia exitosa que permitió implementar recursos acordes a la demanda educativa.

Es de particular interés destacar la importancia de impartir una formación o sesión virtual logrando desarrollar lo establecido en la programación, pero también el modo y las estrategias utilizadas para desarrollar conocimientos en los doctorandos. En línea con Berry (2019) menciona que "Un sentido de comunidad es fundamental para el compromiso y la satisfacción de los estudiantes. Sin embargo, muchos estudiantes luchan por desarrollar conexiones en los programas en línea. Basándose en entrevistas con 13 instructores, este documento explora las estrategias que utilizan para ayudar a los estudiantes a desarrollar un sentido de comunidad en aulas virtuales sincrónicas." El mismo autor identifica cuatro estrategias para construir una comunidad en línea, y es quizás estas estrategias las llamadas a tomar en toda sesión virtual impartida. Conectarte con los estudiantes en tiempo real, reducir las videoconferencias, usar multimedia como video y chat como modos para involucrar a los estudiantes o doctorandos.

En el mismo horizonte Saza (2016) señala "De esta forma el lector encontrará conceptos, explicaciones y diferentes procesos evolutivos que ganan las TIC y cómo se han visto implicadas en el contexto educativo, detectando posibles aplicaciones desde la mediación de la enseñanza, además de algunas sugerencias de cómo llevar a cabo el uso expuesto de las mismas en entornos virtuales de aprendizaje fortaleciendo los diferentes procesos de enseñanza y aprendizaje." El autor también comparte la idea que la enseñanza virtual debe de ser realizada tomando en cuenta el contexto, el entorno virtual y aplicando las TICs de manera estratégica.

También Wang (2011) refuerza la idea de preparar estrategias comunicacionales para la impartición de sesiones virtuales, señalando que "Para mejorar la calidad de la enseñanza de pregrado, es necesario promover la alta calidad de la enseñanza, construir un equipo docente de estructura razonable. Como una nueva forma de organización de la enseñanza, el equipo de enseñanza virtual puede hacer un uso completo de los recursos externos para optimizar la demanda de enseñanza. La capacidad de comunicación es uno de los factores críticos de éxito del equipo de enseñanza virtual. Mediante la innovación en la comunicación, el equipo docente virtual puede avanzar de manera efectiva en su desempeño docente. Este estudio utiliza el modelo de comunicación para analizar los problemas de comunicación existentes en el equipo docente virtual."

Para finalizar con Chemishanova y Tita (2020) menciona que "El creciente cuerpo de investigación sobre la participación de los estudiantes en los cursos de escritura en línea sugiere que la tecnología del sistema de gestión de aprendizaje no crea por sí misma una situación de aprendizaje interactivo ni involucra automáticamente a los estudiantes en interacciones significativas con sus compañeros y el instructor. Argumentamos que las estrategias tradicionales de participación de arriba hacia abajo, como un foro de discusión, no han funcionado para aumentar la participación de estudiante a estudiante en el entorno en línea. La participación debe volver a concebirse como un esfuerzo centrado en el estudiante, en el que los educadores asumen la responsabilidad de implementar estrategias que promuevan la participación de estudiante a estudiante." Reforzando el enfoque que tiene el presente artículo, para lograr una experiencia que involucre un aprendizaje ideal, se debe de tener la participación de los estudiantes y mejorar las estrategias utilizadas en las sesiones en línea.

Por lo que el artículo tiene por objetivo el análisis de la educación virtual en Pandemia: a través del estudio de una experiencia en el doctorado de una Escuela de Postgrado en el Sur del Perú.

2. Materiales y métodos

2.1. Diseño

El tipo de investigación es básica o fundamental, porque está orientada a brindar nuevos conocimientos, proporcionando renovadas teorías e innovadores conceptos" (Tamayo y Tamayo, 1997). El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, puesto que Carrasco (2009) señala que "Bajo la perspectiva cuantitativa, la recolección de datos es equivalente a medir. De acuerdo con la definición clásica del término, medir significa asignar números a objetos y eventos de acuerdo con ciertas reglas para interpretarlos grupalmente". El nivel de la presente investigación será exploratorio-descriptivo, puesto que es un estudio novísimo que busca describir las variables de estudio.

"El diseño de la investigación es no experimental, puesto que ninguna variable se alterará y de corte transversal, dado que la encuesta se realizará en un determinado tiempo de la investigación". (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

2.2. Muestra, participantes y emplazamiento

En cuanto a la muestra representativa, se optó por una muestra censal la cual incluye a la población en su totalidad, la cual se encuentra determinada por todos los estudiantes del doctorado que ascienden a veintidós (22).

2.3. Descripción del trabajo de campo

Se elaboraron dos instrumentos de recolección de datos, distribuidos en un cuestionario para cada variable de estudio, estos instrumentos de recolección de datos están compuestos por preguntas cerradas con alternativas en escala de Likert que permiten realizar un análisis estadístico adecuado.

3. Resultados

Variable	Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Satisfacción del Doctorando	Regular nivel de satisfacción	6	27,3
	Alto nivel de satisfacción	16	72,7
	Total	22	100,0

Tabla 1 – Frecuencia de la variable Satisfacción del doctorando

Los resultados de la Tabla 1 demuestran que existe un alto nivel de satisfacción de los estudiantes con un 72,73 %, seguido de un nivel intermedio de satisfacción con un 27,27

%. Así también, se debe hacer hincapié en que no existe ningún encuestado que presente un bajo nivel de satisfacción.

Variable	Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Educación Virtual	Regular percepción	7	31,8
	Buena percepción	15	68,2
	Total	22	100,0

Tabla 2 – Frecuencia de la variable Educación Virtual

Los resultados de la Tabla 2 muestran que existe una buena percepción sobre la educación virtual con un 68,18 %, seguido de un nivel intermedio de satisfacción con un 31,82 %. Así también, se debe hacer hincapié en que no existe ningún encuestado que exprese un bajo nivel de percepción respecto a la educación virtual.

Correlación de Pearson		Satisfacción del Doctorando	Educación Virtual
Satisfacción del Doctorando	Coeficiente de correlación	1	,913**
	Sig. (bilateral)	.	,000
	N	22	22
Educación Virtual	Coeficiente de correlación	,913**	1
	Sig. (bilateral)	,000	.
	N	22	22

Tabla 3 – Correlación de Pearson entre la Satisfacción del Doctorando y el Educación Virtual

En la Tabla 3, en el cual observamos la aplicación del coeficiente de correlación de Pearson, se puede concluir que existe un coeficiente de correlación de 0,913 lo cual indica la existencia de una relación directa y significativa entre las variables satisfacción del doctorando y la educación virtual.

4. Discusión

Para Gutierrez-Santiuste y Gallego-Arrufat (2015) comparte la misma idea ya que menciona el desarrollo de la comunicación virtual síncrona y asíncrona como también analiza la satisfacción de los estudiantes de educación superior participantes con las actividades, con las acciones de los profesores y con ellos mismos. Los resultados son concluyentes sobre la satisfacción de los estudiantes y las calificaciones obtenidas. Mencionando que los estudiantes están satisfechos con las comunicaciones virtuales relacionadas tanto con las actividades como con los docentes y se evalúan positivamente.

También tenemos Osmani (2021) quien resalta “el fracaso del Sistema Educativo Tradicional, la única opción que queda es la Educación Virtual, teniendo como objetivo

de estudio investigar y evaluar la relación entre diferentes factores asociados con el nivel de satisfacción entre los estudiantes universitarios durante la pandémico." En su investigación se analizó la satisfacción con el aprendizaje educativo virtual más los puntajes totales de evaluación para varias dimensiones del cuestionario. Recomendando la rápida implementación de plataformas usadas por internet.

Por otro lado, Nasir y Ngah (2022) menciona de manera oportuna que es un desafío enseñar y aprender en línea, ya que ambos requieren una capacidad y un esfuerzo adicional para responder a la participación dinámica de un entorno de aprendizaje virtual. Sin embargo, ha habido casos de insatisfacción debido a la falta de compromiso y la interacción deficiente entre los actores de una clase virtual.

Adicionalmente podemos reforzar con Chuang et al. (2023) que para lograr la satisfacción de los estudiantes es necesario utilizar nuevas herramientas de enseñanza y aprendizaje que sean eficientes, siendo la tecnología un factor determinante en mejorar los resultados del aprendizaje; la perspectiva del profesor y de los estudiantes son importantes si es que existe la disponibilidad de contribuir en enseñar y aprender respectivamente.

Cabe resaltar que con los hallazgos de Chang et al. (2021) en un estudio sugirió desarrollar e implementar más material interactivo para la educación previa. Este estudio comparó la efectividad del uso de nuevas tecnologías recientemente desarrollados frente a la educación. Además de satisfacer sus necesidades y brindar información a los participantes y con ello aumentaron la efectividad del aprendizaje, lograron propósitos sin papel y estaban dispuestos a recomendar esta manera diferente pero efectiva de aprendizaje.

Los resultados que Velarde et al. (2022) obtiene en su investigación reafirma que nivel de aprendizaje virtual conseguido en una institución educativa ha logrado desarrollar las competencias de los estudiantes para poder tomar decisiones adecuadas al momento de aplicarlos en los negocios internacionales. Si tenemos un entorno virtual debidamente implementado y contenidos académicos correctamente impartidos por los docentes, los resultados de aprendizaje en la sesión pueden ser los ideales.

Finalmente, tenemos distintos factores que aportan a la educación virtual y con ello conlleva a la satisfacción de los estudiantes en el nivel superior de posgrado, esta propuesta pedagógica, debe de estar acompañada de estrategias que respondan a una didáctica en un entorno virtual, según el nivel educativo, el grado de exigencia será siempre para ambos lados de la pantalla, siendo el docente llamado a capacitarse en el uso de nuevas tecnologías de información y el estudiante debe de familiarizarse rápidamente e intuitivamente con el uso de estas tecnologías.

5. Conclusiones

A razón del distanciamiento social obligatorio que se impuso bajo DS N° 044 PCM 2020 debido a la pandemia por Covid 19, las instituciones educativas como las escuelas de posgrado se vieron en la necesidad de cambiar de modalidad de enseñanza, optando por la modalidad a distancia o remoto (Diario el Peruano, Decreto legislativo N°1495) que es en base al uso de una plataforma tecnológica, se conoce también como educación virtual. El objetivo del presente estudio fue analizar el nivel de satisfacción de los doctorandos,

para lograr obtener información se aplicó una encuesta a una muestra de 22 doctorandos. La investigación es de enfoque cuantitativo de tipo exploratorio-descriptivo.

Entre los principales hallazgos tenemos un alto nivel de satisfacción de los doctorandos con un 72,73 %. También se puede resaltar que existe una buena percepción sobre la educación virtual con un 68,18 %, Estos resultados son muy favorables para la educación virtual impartida por la escuela de posgrado. Se concluye que la percepción de la educación virtual es muy buena para la impartición del programa de Doctorado en Educación.

Finalmente, en aras de incrementar el conocimiento hasta ahora generado, respecto a la educación virtual y satisfacción de los doctorandos, sería importante para futuras investigaciones tomar en cuenta el rendimiento académico y la motivación, ya que son variables determinantes para tener una mejor prestación de servicios académicos.

Referencias

Berry, S. (2019). Teaching to connect: Community-building strategies for the virtual classroom. Online Learning, 23(1), 164-183. doi:10.24059/olj.v23i1.1425

Chang, S. L., Kuo, M. J., Lin, Y. J., Chen, S. A., Chen, C. T., Yang, Y. Y., ... & Lee, F. Y. (2021). Virtual reality-based preprocedural education increases preparedness and satisfaction of patients about the catheter ablation of atrial fibrillation. Journal of the Chinese Medical Association, 84(7), 690-697.

Chemishanova, P., & Tita, C. (2020). Re-envisioning Virtual Spaces for Teaching and Learning: Strategies for Fostering Online Learner Engagement. In Improving Classroom Engagement and International Development Programs: International Perspectives on Humanizing Higher Education (pp. 159-171). Emerald Publishing Limited.

Chuang, T. F., Chou, Y. H., Pai, J. Y., Huang, C. N., Bair, H., Pai, A., & Yu, N. C. (2023). Using Virtual Reality Technology in Biology Education: Satisfaction & Learning Outcomes of High School Students. The American Biology Teacher, 85(1), 23-32.

Diario el Peruano, Decreto supremo Nº 044-2020-PCM (Publicado el 15 de marzo 2020) https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566448/DS044-PCM_1864948-2.pdf?v=1584330685

Diario el Peruano, Decreto legislativo Nº1495 (Publicado el 9 de mayo 2020) https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-establece-disposiciones-para-garanti-decreto-legislativo-n-1495-1866211-2/

Dario Saza-Garzon, I. (2016). TEACHING STRATEGIES IN WEB TECHNOLOGIES FOR VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS. PRAXIS-COLOMBIA, 12, 103-110. doi: 10.21676/23897856.1851

Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6°). McGraw-Hill.

Gutierrez-Santiuste, E., & Gallego-Arrufat, M. J. (2015). Internal structure of virtual communications in communities of inquiry in higher education: Phases, evolution and participants' satisfaction. British Journal of Educational Technology, 46(6), 1295-1311.

Nasir, M. K. M., & Ngah, A. H. (2022). The Sustainability of a Community of Inquiry in Online Course Satisfaction in Virtual Learning Environments in Higher Education. Sustainability, 14(15), 9633.

Tamayo, T y Tamayo, M. (1997). *El Proceso de la Investigación científica*. Limusa S.A.

Osmani, F. (2021). Analysis of students satisfaction with virtual education in Medical Science University during the pandemic outbreak of COVID-19. International Journal of Assessment Tools in Education, 8(1), 1-8.

Ruiz-Corbella, M., & López-Gómez, E. (2019). La misión de la universidad en el siglo XXI: comprender su origen para proyectar su futuro. Revista de la educación superior, 48(189), 1-19.

Saza Garzón, I. D. (2018). Proposta didática para ambientes virtuais de aprendizagem desde o enfoque praxeológico. Praxis & Saber, 9(20), 217-237.

Velarde-Molina, JF, Fernández-Argandoña, RAJ, Laura-De La Cruz, KM, & Yábar-Vega, BY (2022). El Aprendizaje Virtual Impartido por las Instituciones Educativas y su Relación con los Negocios Internacionales El Comercio Electrónico en el Perú. En Sistemas y Tecnologías de la Información: WorldCIST 2022, Volumen 2 (págs. 543-551). Cham: Springer International Publishing.

Wang, T. (2011) Investigación sobre la estrategia de comunicación del equipo docente virtual ACTAS DEL CUARTO SIMPOSIO INTERNACIONAL DE GESTIÓN EDUCATIVA Y CONOCIMIENTO INNOVACIÓN INGENIERÍA, VOLUMEN 1 Y 2 (págs. 29-33)

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 22/09/2023
Aceitação/Acceptance: 25/11/2023

Posgrado virtual: La educación virtual y la satisfacción de maestrandos en escuelas de posgrado en el sur del Perú

Jehovanni Fabricio Velarde-Molina[1], Ronald Huacca-Incacutipa[2], Kevin Mario Laura-De La Cruz[3], Stephanny Maldonado-Davila[4], María Emilia Bahamondes-Rosado[5], Luz Anabella Mendoza-Del Valle[6]

jehovannifabricio.velarde@epnewman.edu.pe; rhuacca@neumann.edu.pe; kevlaura@upt.pe; stephannymaldonado@gmail.com; mariaemilia.bahamondes@epnewman.edu.pe; vmendozav@unjbg.edu.pe

[1,4,5] Escuela de Posgrado Newman

[2] IES John Von Neumann[2],

[3] Universidad Privada de Tacna[3],

[6] Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann[6]

Pages: 170-178

Resumen: Este artículo es producto de una investigación realizada en espacios de enseñanza de modalidad virtual, cuyas asignaturas pertenecen a un programa de posgrado de maestría, donde el objetivo principal es saber la percepción que tienen los maestrandos respecto a la estructura, contenidos, herramientas, enseñanza, conocimiento y uso de herramientas tecnológicas utilizadas por los docentes. Para lograr obtener información se aplicó una encuesta a una muestra de 21 maestrandos. La investigación es de enfoque cuantitativo de tipo descriptivo-correlacional. Entre los principales hallazgos tenemos que un 57,1% percibe como buena el modelo de educación virtual, también se puede resaltar que existe un 52,4% que muestra un alto nivel de satisfacción por parte de los maestrandos. Estos resultados son muy favorables para la educación virtual impartida por la escuela de posgrado. Se concluye que la percepción de la educación virtual tiene un alto nivel de satisfacción en el programa de maestría en educación.

Palabras-clave: Educación virtual, enseñanza, percepción y satisfacción.

Virtual postgraduate: virtual education and Master's students satisfaction in graduate schools in southern Peru

Abstract: This article is the product of an investigation carried out in virtual teaching spaces, whose subjects belong to a postgraduate master's program, where the main objective is to know the perception that the master students have regarding the structure, contents, tools, teaching, knowledge and use of technological tools used by teachers. In order to obtain information, a survey was applied to a sample of 21 master students. The research is of a quantitative approach of a descriptive-

correlational type. Among the main findings we have that 57.1% perceive the virtual education model as good, it can also be highlighted that there is 52.4% that shows a high level of satisfaction on the part of the master students. These results are very favorable for the virtual education provided by the graduate school. It is concluded that the perception of virtual education has a high level of satisfaction in the master's program in education.

Keywords: Virtual education, teaching, perception and satisfaction.

1. Introducción

La educación virtual o educación a distancia es quizás hoy un tema con una diversidad de asuntos sin resolver, ya que presenta una problemática de infraestructura, conectividad y uso de software; siendo en el Perú y en sus distintos niveles de impartición de la educación un asunto de crítico y que obliga a tomar una solución multisectorial.

Ospina et al. (2021) menciona que "La pandemia favoreció la generalización del uso de las redes sociales especializadas en las comunidades académicas, la continuidad de las actividades lectivas, el ahorro de tiempo en los desplazamientos, el aumento de las asesorías a los estudiantes y el acceso inmediato y permanente a los contenidos educativos.", es sin duda un aporte positivo para la impartición de la programación académica, donde la percepción logra sumar puntos hacia una satisfacción de los estudiantes.

El presente artículo, además, presenta la evolución que ha tenido la enseñanza de posgrado, al enfrentar una etapa, donde los criterios de enseñanza fueron transformados vertiginosamente por un escenario que irrumpió una normalidad reglamentada en un paradigma tradicional. Las tecnologías de información y comunicaciones emergieron de manera que el aprendizaje se facilitara usando nuevos recursos y para la formación más flexible y personalizada. Esto exigió profundos cambios tanto metodológicos como organizativos; si se tiene en cuenta además que la universidad ha pasado de ser transmisora del saber a gestora del conocimiento.

Si estas adecuaciones y cambios buscaban la satisfacción de los estudiantes de posgrado e integrar las herramientas tecnológicas al sistema educativo, siendo un proceso con aciertos y desaciertos, ya que se implementó de forma abrupta, se puede afectar la calidad del proceso, la percepción y la satisfacción. Esto ha sucedido en muchas universidad y escuela de posgrado debido a la crisis sanitaria y normativa aprobada tras la pandemia de Covid - 19.

Los mecanismos utilizados por el Estado lograron con efectividad hacer respetar el aislamiento social obligatorio que ha exigido esta enfermedad, y de esa manera los distintos entes reguladores de la educación en Perú pudieron dar continuidad a la formación académica optando por la educación virtual, modalidad de estudio soportada por las tecnologías.

Martínez y Briziarelli (2020) señalan en sintonía con lo planteado que "Primero, conectar explícitamente las condiciones laborales contemporáneas en la academia con el proceso general de neoliberalización; segundo, ilustrar cómo las plataformas de educación en línea median aspectos importantes del proceso de trabajo académico; y tercero,

reflexionar sobre cómo estas dinámicas hacen que la sindicalización de profesores sea tanto urgente como particularmente desafiante." Es el segundo punto el que tiene particular importancia ya que es la tecnología bien utilizada la que permitirá que los procesos de trabajo académico puedan tener buenos resultados.

Para Geraghty et al. (2019) señala "Estos diferentes modos de aprendizaje van desde la educación a distancia o mejorada por la web, el aprendizaje combinado y, más recientemente, la opción de estudiar a tiempo completo en línea, con ubicaciones clínicas obtenidas cerca de las comunidades de origen de los estudiantes." En consonancia las instituciones de educación superior incrementan mas admisiones ya que comprenden los cambios en el mercado y las nuevas exigencias, y mas aún que es determinante la tecnología a utilizar.

Para Fan et al. (2017) la importancia de la conectividad es decisiva, señalando que "La conectividad es intrínseca a todos los aspectos de nuestra vida actual, ya sea política, económica, tecnológica, científica o personal. La educación superior también está trascendiendo el paradigma anterior de la entrega de contenido habilitado por la tecnología y el aprendizaje electrónico, con un nuevo énfasis en la conectividad, lo que permite a los participantes intercambiar conocimientos y colaborar para alcanzar los objetivos educativos." Es la conectividad la que hace posible cada sesión cada conexión con los estudiantes, sin conectividad no se podría tener comunicación tampoco el desarrollo de las estrategias de aprendizaje.

Para los autores Bull y Geraghty (2019) señalan que "Existe literatura limitada sobre las experiencias de los estudiantes de partería y los resultados relacionados con la transición del aprendizaje tradicional en el campus a los modos de entrega educativa en línea. Por lo tanto, la evaluación de las experiencias de los graduados es vital para determinar el éxito general de los programas y las direcciones futuras hacia un enfoque más contemporáneo de la educación en partería." La educación en línea va ocupando mayor protagonismo, y con estándares de calidad a sabido ganar credibilidad en el sector educación.

De igual manera Cardenas et al. (2021) menciona que "El robot virtual acepta comandos a los motores acoplados a las ruedas, sensores de proximidad simulados y codificadores de posición de las ruedas siendo la conectividad la que hace posible que todos los algoritmos de control implementados puedan correr en respuesta adecuada para la aplicación prevista. Se considera que el sistema desarrollado es útil para la educación en robótica e ingeniería de control." La tecnología, la conectividad conflictúan para poder contribuir en la educación, siendo una formula efectiva para la estrategia comunicacional para el aprendizaje virtual.

Considera Cabero-Almenara (2020) que este "cambio repentino en el sistema educativo, implica un gran desafío. No solo es necesario tener acceso a las herramientas tecnológicas, también es preciso que todos los factores implicados cuenten con las competencias tecnológicas y que los docentes desempeñen de forma correcta su tutoría, la cual les exige mayor tiempo y esfuerzo."

Las competencias tecnológicas que se debió desarrollar a corto plazo entendiendo que para algunos docentes el proceso de aprendizaje exigió una preparación adicional, que comprometía horas fuera de la labor de impartición.

Siendo consciente de la problemática, Aretio (2021) plantea que “en esta época de confinamiento han surgido propuestas innovadoras en un período de tiempo relativamente corto. Han existido diversas estrategias metodológicas y algunas se han enfocado en aprovechar las ventajas de las plataformas digitales y las redes sociales para el desarrollo de actividades de forma más creativa y eficaz.”

Es fundamental presentar a Freire et al. (2016) en su libro menciona que “que existen deficiencias en la estructura de los cursos virtuales y la improvisación común en la selección de los mismos tutores virtuales. Hicimos uso del enfoque organizacional, partiendo de un plan estratégico organizacional que proyecta los objetivos de la unidad, acompañado de un plan de implementación para poner en práctica la estructura que se está proponiendo. Establecimos un esquema de gestión estructural y funcional, así como las políticas y procedimientos.” La idea de implementar pautas académicas necesarias para los procesos de aprendizaje, son la principal ocupación de los líderes pedagógicos.

También presentan una propuesta tecnológica y se centra en disponer del hardware, software e infraestructura de comunicaciones junto con la proyección e infraestructura física y estableciendo el esquema de direccionamiento y control que se ha de implantar para la gestión de las instituciones educativas. (Freire et al. 2016)

Por otro lado, Velarde et al. (2022) afirma en base a los resultados obtenidos que los estudiantes de un nivel técnico profesional de una Institución Superior adquieren conocimientos a través de la educación virtual ya que logran desarrollar las competencias necesarias que les ayuda a tomar decisiones adecuadas al momento de aplicarlos en los negocios internacionales haciendo consolidar un perfil profesional.

Laura-De la Cruz et al. (2023) señala la importancia del proceso pedagógico en la enseñanza indistintamente del curso a impartir la competencia adquirida por los estudiantes es resultado de un proceso pedagógico estructurado por el modelo educativo según directrices de la dirección regional de educación en Perú.

Lo antes mencionado ha permitido que la educación virtual o educación a distancia haya podido en algunas regiones desarrollarse de manera positiva. La Escuela de Posgrado Jorge Basadre Grohmann no ha estado ajena al abrupto cambio en la modalidad de estudio que el ministerio de educación implanto. Esta institución de educación superior impartía sus programas de maestría de manera presencial, pero ante la emergencia sanitaria por la COVID-19, la institución se sumó al desafío de tomar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento del programa académico del postgrado en administración y brindar una enseñanza que logre satisfacer las expectativas de sus maestrandos.

2. Materiales y métodos

2.1. Metodología

El tipo de investigación es básica o fundamental, porque está orientada a brindar nuevos conocimientos, proporcionando renovadas teorías e innovadores conceptos” (Tamayo y Tamayo, 1997). El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, puesto que

Carrasco (2009) señala que "Bajo la perspectiva cuantitativa, la recolección de datos es equivalente a medir. De acuerdo con la definición clásica del término, medir significa asignar números a objetos y eventos de acuerdo con ciertas reglas para interpretarlos grupalmente". El nivel de la presente investigación será exploratorio-descriptivo, puesto que es un estudio novísimo que busca describir las variables de estudio.

"El diseño de la investigación es no experimental, puesto que ninguna variable se alterará y de corte transversal, dado que la encuesta se realizará en un determinado tiempo de la investigación". (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

2.2. Muestra, participantes y emplazamiento

En cuanto a la muestra representativa, se optó por una muestra censal la cual incluye a la población en su totalidad, la cual se encuentra determinada por todos los estudiantes de la maestría que ascienden a veintiuno (21).

3. Resultados

Ítem	Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Modelo de Educación Virtual	Mala Percepción	3	14,3
	Regular Percepción	6	28,6
	Buena Percepción	12	57,1
	Total	21	100,0

Tabla 1 – Análisis global de la percepción del modelo de educación virtual

Los resultados de la Tabla 1 demuestran que el 57,1% percibe como buena el modelo de educación virtual, un 28,6% muestra un regular nivel de satisfacción y se tiene un 14,3% que percibe como mala el modelo de educación virtual. Denotando aceptación del modelo impartido en la actualidad.

Ítem	Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Satisfacción del Maestrando	Bajo nivel de satisfacción	2	9,5
	Regular nivel de satisfacción	8	38,1
	Alto nivel de satisfacción	11	52,4
	Total	21	100,0

Tabla 2 – Análisis global de la satisfacción del estudiante

Los resultados de la Tabla 2 muestran que el 52,4% muestra un alto nivel de satisfacción, un 38,1% muestra un regular nivel de satisfacción y un 9,5% de bajo nivel de satisfacción por parte de los estudiantes. Se puede mencionar que el nivel de satisfacción es alto..

Rho de Spearman		Modelo de Educación Virtual	Satisfacción del Maestrante
Modelo de Educación Virtual	Coeficiente de correlación	1,000	,946**
	Sig. (bilateral)	.	,000
	N	21	21
Satisfacción del Maestrante	Coeficiente de correlación	,946**	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	.
	N	21	21

Tabla 3 – Rho de Spearman de la relación entre el Modelo de Educación Virtual y el Satisfacción del Maestrante

En la Tabla 3, se observa que el sig. (bilateral) es 0,000 por lo que es menor a 0,05 en consecuencia, se toma la decisión de rechazar la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1), ya que existe una correlación significativa entre el Modelo de Educación Virtual y la Satisfacción del Maestrando. Asimismo, se encontró un coeficiente de correlación estadísticamente significativo positivo muy alto (P=0,946), por lo que la hipótesis de trabajo queda comprobada.

4. Discusión

Tenemos distintos autores que pueden compartir investigaciones que prueban la satisfacción de los estudiantes mediante la educación virtual, según Kuo et al. (2014) proponen un modelo de regresión para la satisfacción de los estudiantes los datos se recopilaron en una muestra de 221 estudiantes de posgrado y pregrado que respondieron una encuesta en línea. El modelo de regresión se probó utilizando modelos lineales jerárquicos. La interacción respecto al estudiante y docente como también interacción entre el estudiante y el contenido compartido por la plataforma utilizada. Esos fueron los predictores significativos de la satisfacción del estudiante, pero la interacción entre estudiante y estudiante no lo fue. La interacción entre el estudiante y el contenido fue el predictor más fuerte. Se puede lograr impartir y cumplir con un programa académico, obteniendo los resultados que se quieren respecto a la calidad de servicio que se desea plasmar en el aula.

Según Lee et al. (2011) este estudio también presento resultados similares respecto a la satisfacción de los estudiantes, particularmente en el contexto y la orientación brindada a los estudiantes del curso. Se identificaron y utilizaron tres categorías de apoyo para el propósito de este estudio: apoyo educativo, de compañeros y técnico. Un total de 110 estudiantes completaron una encuesta en línea sobre las percepciones de los estudiantes sobre el apoyo y la satisfacción con el curso. Los resultados mostraron que el apoyo percibido estaba significativamente relacionado con su satisfacción general con el curso en línea. Los hallazgos de este estudio sugieren que los docentes deben comunicar qué tipos de apoyo están disponibles para los estudiantes y proporcionar una manera fácil de acceder y aprovechar el apoyo.

Al-Nasa'h et al. (2021) El análisis correlacional implicó que la autoeficacia del aprendizaje en línea se asoció de manera significativa y positiva con la satisfacción del aprendizaje en línea, la existencia de factores distractores influye de manera significativa y negativa con la satisfacción del aprendizaje en línea. El análisis revelo la aparición de tres niveles de satisfacción con el aprendizaje en línea a partir de la autoeficacia en línea, la ansiedad general y el miedo a la COVID-19. Este estudio justificó teóricamente la esencialidad de la autoeficacia del aprendizaje en línea hacia la satisfacción del aprendizaje en línea. Se puede lograr alta satisfacción con el aprendizaje en línea, siempre que los factores distractores no estén presentes en el momento de la impartición.

Mientras que Maqableh, M. y Alia, M. (2021) en su investigación no encontraron satisfacción en los estudiantes y dista con los resultados de la investigación de este artículo; también resaltan que los factores más importantes detrás de la insatisfacción son la distracción y el enfoque reducido, los problemas psicológicos y los problemas de gestión. Los autores van más allá y proponen varias soluciones y recomendaciones para mejorar la experiencia de aprendizaje en línea y aumentar la satisfacción de los estudiantes.

Por último, Velarde et al. (2023) menciona que: "las instituciones de educación superior y de posgrado en todo el mundo se ven obligadas a cambiar la forma en que se brindan los servicios académicos; en consecuencia, el aprendizaje mediado por la tecnología ha sido objeto de numerosos análisis con el fin de integrar la modalidad de educación a distancia." La modalidad a distancia a tomado fuerza y la puesta en marcha es necesaria, pero esta adaptación debe de ir de la mano con capacitación de nuevas herramientas tecnológicas que logren reencontrar los saberes y competencias en los actores de un aula (Laura-De La Cruz et al., 2023).

La educación virtual tiene distintos actores que influyen directa e indirectamente en la experiencia del aprendizaje, esto último trae consigo la satisfacción de lo que interactúan en este caso los estudiantes, se debe de tener presente un espectro mayor para poder determinar las variables de estudio en una futura investigación.

5. Conclusiones

Este artículo es producto de una investigación realizada en espacios de enseñanza de modalidad virtual, cuyas asignaturas pertenecen a un programa de posgrado de maestría, donde el objetivo principal es saber la percepción que tienen los maestrandos respecto a la estructura, contenidos, herramientas, enseñanza, conocimiento y uso de herramientas tecnológicas utilizadas por los docentes. Para lograr obtener información se aplicó una encuesta a una muestra de 21 maestrandos. La investigación es de enfoque cuantitativo de tipo descriptivo-correlacional. Entre los principales hallazgos tenemos que un 57,1% percibe como buena el modelo de educación virtual, también se puede resaltar que existe un 52,4% que muestra un alto nivel de satisfacción por parte de los maestrandos. Estos resultados son muy favorables para la educación virtual impartida por la escuela de posgrado. Se concluye que la percepción de la educación virtual tiene un alto nivel de satisfacción en el programa de maestría en educación.

Referencias

Aretio, LG (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *24* (1), 9-32.

Al-Nasa'h, M., Awwad, FMA y Ahmad, I. (2021). Estimación de la satisfacción del aprendizaje en línea de los estudiantes durante COVID-19: un análisis discriminante. Heliyon, 7 (12), e08544.

Bull, A., & Geraghty, S. (2019). The power of online connectivity: is the future of Australia's midwifery education a flexible online learning experience?. Women and Birth, 32, S19. doi: 10.1016/j.wombi.2019.07.204

Cabero-Almenara, J. (2020). Aprendiendo del tiempo de la COVID-19. Revista Electrónica Educare, 24, 4-6.

Cardenas, M. M., Villalobos, J., Santacruz, A. F., Paredes, C. A., Sanchez, I. Y., & Martell, F. (2021). Mobile Robot with Modbus RTU Connectivity to Arduino Microcontroller for Remote-Online Education in Control Systems. In 2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET) (pp. 1-6). IEEE. doi: 10.1109/ICECET52533.2021.9698696

Geraghty, S., Bromley, A., Bull, A., Dube, M., & Turner, C. (2019). Millennial midwifery: Online connectivity in midwifery education. Nurse Education in Practice, 39, 26-31. doi: 10.1016/j.nepr.2019.07.008

Fan, S., Radford, J. y Fabian, D. (2017). digiMe: un portal en línea para apoyar la conectividad a través del aprendizaje electrónico en la educación médica. En Informática (Vol. 4, No. 3, p. 30). MDPI. doi: 10.3390/informatics4030030

Freire Aillon, T., Lopez Sevilla, G., & Medina Chicaiza, P. (2016). ORGANIZATIONAL ACADEMIC PROPOSAL FOR A VIRTUAL LEARNING CENTER OF CONTINUING EDUCATION IN A SUPERIOR EDUCATION INSTITUTION. 3C TECNOLOGIA, 5(4), 1-15.

Martínez Guillem, S., & Briziarelli, M. (2020). Contra la academia gig: conectividad, desencarnación y lucha en la educación en línea. Educación en Comunicación , 69 (3), 356-372. doi: 10.1080/03634523.2020.1769848

Maqableh, M. y Alia, M. (2021). Evaluación del aprendizaje en línea de estudiantes universitarios bajo confinamiento en medio de la pandemia de COVID-19: la experiencia de aprendizaje en línea y la satisfacción de los estudiantes. Revisión de servicios para niños y jóvenes, 128, 106160.

Ospina, G. A. G., Gómez, M. M. G., & Ospina, C. F. G. (2021). COVID-19 y uso de redes sociales virtuales en educación médica. Educación Médica, 22(5), 273-277.

Laura-De La Cruz, KL, Gomez-Jamachi, GE, Perez-Yufra, DN, Bazán-Velásquez, SM, Velarde-Molina, JF, & Moscoso, GW (2023). Los procesos pedagógicos y la comprensión de textos en inglés en estudiantes de nivel secundario de una Institución Educativa Publica en el Perú. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información , (E56), 358-370.

Laura-De La Cruz, K.M., Injante-Córdova, I.R., Flores-Arocutipa, M.I., Jiménez-Palacios, R., Noa-Copaja, S.J. (2023). Digital Competencies in Teachers of Regular Basic Education in Tacna-Peru. In: Mesquita, A., Abreu, A., Carvalho, J.V., de Mello, C.H.P. (eds) Perspectives and Trends in Education and Technology . Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 320. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6585-2_6

Lee, SJ, Srinivasan, S., Trail, T., Lewis, D. y López, S. (2011). Examinar la relación entre la percepción de los estudiantes sobre el apoyo, la satisfacción del curso y los resultados del aprendizaje en el aprendizaje en línea. Internet y la educación superior, 14 (3), 158-163.

Kuo, YC, Walker, AE, Schroder, KE y Belland, BR (2014). La interacción, la autoeficacia en Internet y el aprendizaje autorregulado como predictores de la satisfacción de los estudiantes en los cursos de educación en línea. Internet y la educación superior, 20 , 35-50.

Velarde-Molina, JF, Fernández-Argandoña, RAJ, Laura-De La Cruz, KM, & Yábar-Vega, BY (2022, abril). El Aprendizaje Virtual Impartido por las Instituciones Educativas y su Relación con los Negocios Internacionales El Comercio Electrónico en el Perú. En Conferencia Mundial sobre Sistemas y Tecnologías de la Información (págs. 543-551). Cham: Springer International Publishing.

Velarde-Molina, J. F., Montesinos-Valencia, C. C., Laura-De La Cruz, K. M., Espinoza-Vidaurre, S. M., Condori-Chacolli, M. S., & Espinoza-Villalobos, L. E. (2023). Un Análisis Sistemático del Uso de Vídeos Educativos para mejorar el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en la Educación Superior. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E56), 422-437.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 13/07/2023
Aceitação/Acceptance: 27/10/2023

Estilos de Liderazgo y el Clima Organizacional en trabajadores de una Municipalidad Distrital, Cajamarca, Perú

Jehovanni Fabricio Velarde-Molina[1], Wilson Gil-Ibañez[2], Kevin Mario Laura-De La Cruz[3], Stephanny Maldonado-Davila[4], Regis André Fernández-Argandoña[5], Victor Alfonso Arias-Santana[6]

jehovannifabricio.velarde@epnewman.edu.pe; wgili_epg19@unc.edu.pe; kevinmario.laura@epnewman.edu.pe; stephannymaldonado@gmail.com; regaferar@gmail.com; viaarias@upt.pe

[1,3,4,5] Escuela de Posgrado Newman

[2] Universidad Nacional de Cajamarca

[6] Universidad Privada de Tacna

Pages: 179-193

Resumen: La presente investigación tuvo como Objetivo General Analizar la Influencia de los Estilos de Liderazgo en el Clima organizacional en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe. Estudio de enfoque cuantitativo, tipo teórico, alcance correlacional y diseño no experimental, transversal. Se trabajó con una población muestral de 84 colaboradores de ambos sexos, seleccionados mediante el método no probabilístico a criterio del investigador. Se administró el Cuestionario de Estilos de Liderazgo (CELID-A), tiene validez de contenido y de consistencia interna, posee una confiabilidad, 972 mediante alfa de Cronbach para la escala total. Además, se utilizó el Cuestionario de Clima Organizacional, construido por Litwin y Stringer, consta de 53 ítems, tiene validez de contenido y de constructo, confiabilidad alta mediante el alfa de Cronbach de ,976. Se encontró que existe relación e influencia positiva considerable altamente significativa entre Estilos de Liderazgo y Clima Organizacional con un coeficiente de correlación r=, 760, significancia bilateral de ,000. No obstante, el Estilo de Liderazgo Laissez – Faire, presenta relación inversa muy débil significativa con el Clima Organizacional a un nivel p<, 05. Por otro lado, se evidenció predominancia de los niveles bajo y moderado del estilo transformacional con el 38,1%, y 33,3% respectivamente. Estilo transaccional mayor porcentaje del nivel moderado con el 47,6% y estilo de liderazgo Laissez – Faire, prevalece nivel moderado con el 42,9%. Finalmente, en lo que respecta al Clima Organizacional predomina el nivel deficiente con el 29.8%, seguido del nivel debe mejorar con el 27.4% y solo 20.2% está el nivel excelente.

Palabras-clave: Administración, Clima Organizacional, Estilos de Liderazgo.

Leadership Styles and Organizational Climate in workers of a District Municipality, Cajamarca, Peru

Abstract: General Objective of this study was to examine the impact of leadership styles on the organizational climate of Namballe District Municipality employees. Quantitative, theoretical, correlational, non-experimental, cross-sectional investigation. We worked with a sample population of 84 employees of both sexes, chosen non-probabilistically at the researcher's discretion. The Leadership Styles Questionnaire (CELID-A) was administered; it has content validity, internal consistency, and a Cronbach's alpha total scale reliability of 972. In addition, the Organizational Climate Questionnaire, developed by Litwin and Stringer, was used. It consists of 53 items, has content and construct validity, and a high Cronbach's alpha reliability. It was discovered that Leadership Styles and Organizational Climate have a substantial, highly significant relationship and positive influence with a correlation coefficient of r=,760 and bilateral significance of,000. However, the Laissez-Faire Leadership Style has a weakly significant inverse relationship with Organizational Climate at a significance level of p .05. On the other hand, low and moderate levels of the transformational style predominated with 38.1% and 33.3%, respectively. The majority of moderate leaders have a transactional leadership style, with 47.6%, and a laissez-faire leadership style, with 42.2%. Regarding Organizational Climate, the deficient level predominates at 29.8%, followed by the level that should be improved at 27.4%, and the outstanding level at only 20.2%.

Keywords: Administration, Organizational Climate, Leadership Styles.

1. Introducción

Actualmente existe interés progresivo por ejecutar de forma eficiente la gobernabilidad y gobernanza, aspectos importantes y primordiales para el éxito organizacional; sin embargo, ello requiere la capacidad de gestión adecuada a fin de fortalecer los estilos de liderazgo más apropiados. Este concepto no siempre se tiene, debido a que las autoridades de los gobiernos de turno tienen una idea limitada de la gestión estratégica, lo cual termina perjudicando el clima organizacional.

Las municipalidades son instituciones estatales sujetas a brindar servicios de calidad a la población usuaria; los gobiernos de turno deben diseñar e incorporar modelos de gestión de garantice transparencia, lealtad, valores estratégicos; planificación del presupuesto por resultados, dirección estratégica y responsabilidad social. Frente a los actuales retos las autoridades, directivos y funcionarios tomaran medidas y decisiones que encamine a una gestión eficiente. En ese contexto surgió la inquietud por conocer los Estilos de Liderazgo y, como estos influyen en el Clima Organizacional en los trabajadores de la Municipalidad del Distrito de Namballe, Provincia de San Ignacio, Región Cajamarca.

En autoridades y funcionarios de la actual gestión municipal (periodo 2018-2022); se apreció limitada capacidad para conducir equipos de trabajo, así como competencias de influir en los demás, reflejado en la baja destreza para obtener un cambio real y eficaz. Por su parte se aprecia que los roles de dirección de la institución aún están confusos, se evidencian mediante conductas pasivas, estereotipadas, dependientes y escaso índice de racionalidad. En ese sentido en aquella institución municipal se han configurado modelos conductuales carentes de voluntad para encaminar metas y tareas; del mismo modo débiles conductas desarrolladas por directivos y funcionares considerados líderes. Por tanto, se denota inadecuada interacción y frágiles canales de comunicación e influencia con sus superiores y subordinados. Sumado a ello se nota reducción en el

nivel de productividad de los trabajadores y estilos de dirección inapropiados de los dirigentes; esto repercute claramente en el clima organizacional de la municipalidad.

Por otro lado, se observó bajo rendimiento laboral, quejas de los trabajadores, conflicto de ideologías políticas, comunicación pasiva y/o agresiva, ambientes amicales inapropiados y reducida motivación. Además, es necesario fortalecer la actitud de los gerentes y equipo político a influir en la toma de decisiones asertivas de cada órgano de línea, potenciando la conducta de cada trabajador según la percepción del ambiente laboral de cada uno. Por su parte es menester reforzar la actitud hacia las tareas, objetivos y propósitos, con finalidad de generar un apropiado clima organizacional y por ende incremento de la productividad.

La presente investigación resulta de gran trascendencia ya que ampliará las fronteras de la ciencia, el estudio de las variables; al ser un conocimiento parcial; la evidencia empírica de las hipótesis cobrará vigencia hasta que haya conjetura comprobada que lo rechace; en tanto el conocimiento nuevo, inédito y novedoso generado, sirve como antecedente para futuros estudios, así como de uso universal en las áreas de interés para docentes, estudiantes y demás comunidad científica, que permita replicar en un futuro el estudio a poblaciones similares. Del mismo modo cubre vacíos en el conocimiento, pues fortalecerá las teorías de los estilos de liderazgo, dimensiones, factores que conducen al uso adecuado de dichos estilos, entendidos como la forma de conducir grupos y equipos; así como su influencia en el clima organizacional; es decir como el líder puede generar cambios en la organización y por ende en el bienestar del personal colaborador. Científicamente el presente estudio otorga aporte significativo a estudiantes y formadores de la ciencia.

Del mismo modo es relevante, en tanto que en la investigación se persiguió objetividad, validez y credibilidad en la recolección de datos y análisis de resultados. Además, las variables elegidas responden a la necesidad de conocer y comprender los diversos estilos de liderazgo en las instituciones públicas en especial en los gobiernos locales, con la finalidad de garantizar eficacia, eficiencia y efectividad en los servicios prestados a los usuarios. Por su parte la investigación permite aproximarse paulatinamente a la comprensión del problema, para una posterior solución práctica, que es el inadecuado clima organizacional, fenómeno que limita la consecución de metas municipales, indicadores de logro y gestión por resultados. Resulta fundamental toda vez que los resultados cobran importancia en la sociedad debido a que permitió conocer los niveles de los estilos de liderazgo con mayor predominancia y de qué manera incide en la implementación de un apropiado clima organizacional. Por otro lado, el estudio beneficia a las autoridades de la municipalidad objeto de estudio: alcalde, gerentes, sub gerentes y funcionarios, en base a ello tendrán las herramientas necesarias y suficientes para desarrollar competencias laborales, fortalecer el clima organizacional e incidir en la productividad.

El estudio en mención fue fundamental desarrollarlo, ya que se convierte en una aproximación a la comprensión de las variables de estudio y mejorar los estilos de liderazgo evidenciados en aquella institución, así como reducir el inadecuado clima organizacional, a interés de las autoridades de la mencionada institución y con el propósito de potenciar los servicios brindados, surgió la imperante necesidad del investigador de conocer las variables de estudio. Cabe precisar que el investigador contó con la predisposición de

tiempo, recursos materiales, económicos y conceptuales, sumado a ello motivación, interés, formación y aptitud para la ejecución de la investigación.

El objetivo central de esta tesis es llevar a cabo un análisis exhaustivo del nivel de influencia ejercido por los distintos estilos de liderazgo sobre el clima organizacional entre los trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, localizada en la provincia de San Ignacio, durante el año 2020. A través de un enfoque meticuloso y sistemático, se busca comprender en profundidad las interacciones entre los líderes y los colaboradores, con el propósito de iluminar las dinámicas subyacentes que moldean el ambiente laboral y sus efectos en la organización.

2. Metodología

La investigación se enmarcó dentro del enfoque cuantitativo, Hernández, Fernández y Batista (2014, p. 4), definen que el enfoque cuantitativo "utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías".

2.1. Tipo y diseño

El presente estudio es de tipo teórica y diseño no experimental; al respecto Hernández, et al; (2014, p. 152), definen que el diseño no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. Además, es transeccional correlacional causal, debido a que la recolección de datos se realizó en un momento y tiempo único (Hernández, et al; 2014, p. 154), así como estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. A veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causa – efecto (Hernández, et al; 2014, p. 157).

2.2. Población y muestra

La población y muestra estuvo conformado por 84 trabajadores de la municipalidad del distrito de Namballe. Conformado por funcionarios, contratados y obreros de ambos sexos sin tener en cuenta el régimen laboral, fueron seleccionados mediante el muestreo no probabilístico; al respecto Hernández, et al (2014, p. 189), "sostienen que los muestreos no probabilísticos llamados también muestreos dirigidos, supone un procedimiento de selección orientado por las características de la población, más que por un criterio de generalización".

2.3. Técnicas e Instrumentos

Para la recolección de datos se utilizaron como técnica: la encuesta, la técnica psicométrica y la observación. Como instrumento se utilizó el cuestionario, en esa línea Hernández, et al; (2014, p. 217), sostiene que el cuestionario, "es un conjunto de preguntas respecto de una o más variables que se van a medir".

Se utilizó el Cuestionario de Estilos de Liderazgo (CELID-A), propuesto por Castro, et al (2007, citado por Poma, 2018, p. 58-60), consta de 30 ítems, escala tipo Likert.

Posee validez de contenido, mediante juicio de expertos y de constructo (índice de 0.20 – 0.90), mediante procedimiento ítem – test. Asimismo, se calculó la confiabilidad con el alfa de Cronbach, con un coeficiente de fiabilidad de 0.972.

Por otro lado, se utilizó el cuestionario de clima organizacional, construido por Litwin y Stringer, el mismo que consta de 53 ítems, dividido en 09 dimensiones. Según Quispe y Veliz (2013, p. 63), el cuestionario de Clima Organizacional, posee validez empírica subtes- test, obteniéndose los siguientes resultados de la correlación de Pearson Corregida para las dimensiones: Estructura (0.37), Responsabilidad (0.24), Recompensa (0.48), Riesgo (0.39), Calor (0.53), Apoyo (0.43), Estándares de Desempeño (0.43), Conflicto (0.34), Identidad (0.54). Además, se precisa que el cuestionario clima organizacional posee validez de constructo, dado que las correlaciones son mayores a 0.20. Del mismo modo alta confiabilidad con un valor de 0,976.

2.4. Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento se calculó con el alfa de Cronbach y la validez de constructo mediante el procedimiento ítem – test. Dicho análisis se efectuó mediante el programa Microsoft Excel 2016, Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS versión 25) y Minitab.

3. Resultados

Estilos de Liderazgo – clima organizacional.		Valor	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	Gamma	,760	,000
N de casos válidos		84	

Tabla 1 – Análisis de la influencia de los estilos de Liderazgo en el Clima organizacional en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, provincia de san Ignacio, 2020

En la tabla 1 se observa que existe relación positiva considerable altamente significativa entre la variable estilos de liderazgo y clima organizacional con un coeficiente de correlación Gamma =, 760, significancia bilateral de ,000; a un nivel p<, 01. Esto indica que al existir variación en los valores de los estilos de liderazgo también se observarán cambios en la misma dirección en el clima organizacional, por tanto, se evidencia asociación directa e influencia positiva altamente significativa de los estilos de liderazgo en clima organizacional. No obstante, de acuerdo a la observación de la realidad se aprecia que en la municipalidad distrital de Namballe el equipo político, regidores y colaboradores no presentan adecuados estilos y niveles de liderazgo; los mismos que se asocian a las constantes quejas, estrés laboral, despido y cultura organizacional inapropiada.

Niveles	Transformacional		Transaccional		Laiseez - Faire		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Bajo	32	**38,1**	32	**38,1**	28	**33,3**	30	35.7

Niveles	Transformacional		Transaccional		Laiseez - Faire		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Moderado	28	**33,3**	40	**47,6**	36	**42,9**	35	41.7
Alto	24	28,6	12	14,3	20	23,8	19	22.6
Total	84	100	84	100	84	100	84	100

Tabla 2 – Análisis descriptivo de los niveles de estilos de liderazgo que predominan en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, provincia de san Ignacio, 2020

En la tabla 2 se evidencia prevalencia y mayor porcentaje en los niveles bajo y moderado en los estilos de liderazgo. En lo referente al estilo transformacional predomina el nivel bajo con el 38,1%, seguido del nivel moderado con el 33,3%. Asimismo, en el estilo transaccional mayor porcentaje del nivel moderado con el 47,6%, seguido del nivel bajo con el 38,1%. Por su parte en lo que respecta al estilo de liderazgo Laissez – Faire, se observa mayor porcentaje del nivel moderado con el 42,9%. Por consiguiente, en la variable estilos de liderazgo predomina el nivel moderado con el 41,7% y solo el 22,6% tiene nivel alto de estilos de liderazgo. Lo que puede asociarse al nivel cultural que poseen el alcalde y regidores, pues ninguno de los regidores tiene una carrera técnica y/o profesional, asimismo los trabajadores no ingresan por concurso público, sino por favores políticos.

Niveles de clima organizacional	N	%
Deficiente	25	29.8
Debe mejorar	23	27.4
Bueno	19	22.6
Excelente	17	20.2
Total	84	100

Tabla 3 – Análisis descriptivo de los niveles del de clima organizacional en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, provincia de san Ignacio, 2020

En la tabla 3 se aprecia mayor porcentaje del nivel deficiente de clima organizacional con un 29.8%, seguido del nivel debe mejorar con el 27.4%; no obstante, solo el 20.2% de la población investigada se ubica en un nivel excelente. Esto indica que más del 50% de los trabajadores de la institución objeto de estudio perciben al clima organizacional como deficiente y que debe mejorar. Esto se corrobora pues se percibe un ambiente de trabajo inadecuado, no se cumplen las funciones de acuerdo a lo establecido en el MOF y ROF, Asimismo la asignación de puestos no está estrictamente ligado al cuadro de asignación de personal, por otro lado, los colaboradores no cuentan con el perfil que indican los documentos de gestión y estructura orgánica.

Estilos de liderazgo transformacional – clima organizacional		Valor	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	Gamma	,717	,000
N de casos válidos		84	

Tabla 4 – Análisis de la influencia del estilo de liderazgo transformacional en el clima organizacional en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, provincia de san Ignacio, 2020

En la tabla 4 se observa que existe relación positiva considerable altamente significativa entre el estilo de liderazgo transformacional y clima organizacional con un coeficiente de correlación Gamma =, 717, significancia bilateral de ,000; a un nivel p<, 01. Esto indica que al existir variación en los valores del estilo de liderazgo transformacional también se observaran cambios en la misma dirección en el clima organizacional, por tanto, se aprecia relación e influencia positiva altamente significativa entre las variables de estudio.

Estilo de liderazgo transaccional – clima organizacional		Valor	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	Gamma	,737	,000
N de casos válidos		84	

Tabla 5 – Análisis de la influencia del estilo de liderazgo transaccional en el clima organizacional en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, provincia de san Ignacio, 2020

En la tabla 5 se aprecia que existe relación positiva considerable altamente significativa entre el estilo de liderazgo transaccional y clima organizacional con un coeficiente de correlación Gamma =, 737, significancia bilateral de ,000; a un nivel p<, 01. Esto hace referencia que al variar los valores del estilo de liderazgo transaccional se apreciara comportamiento del clima organizacional en la misma dirección, por tanto, afirma que existe relación e influencia directa altamente significativa entre el estilo de liderazgo transaccional y el clima organizacional.

Estilo de liderazgo Laissez – Faire – clima organizacional		Valor	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	Gamma	-,128	,040
N de casos válidos		84	

Tabla 6 – Análisis de la influencia del estilo de liderazgo Laissez faire en el clima organizacional en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, provincia de san Ignacio, 2020

En la tabla 6 se observa que existe relación negativa muy débil significativa entre el estilo de liderazgo Laissez – Faire y clima organizacional con un coeficiente de correlación Gamma = -,128, significancia bilateral de ,040; a un nivel p<, 05. Lo que indica

comportamiento y variación negativa; por tanto, existe asociación e influencia inversa significativa entre las variables de estudio.

4. Discusión

La investigación tuvo como propósito principal analizar su influencia de los estilos de liderazgo en el clima organizacional en colaboradores de la municipalidad distrital de Namballe, provincia de San Ignacio, 2020; en la tabla 3 se encontró que los estilos de liderazgo influyen de manera positiva y significativa en el clima organizacional en los trabajadores de dicha institución; resultado que se asemeja al estudio de Huarca (2019), donde concluyó que los estilos de liderazgo influye positivamente en el clima organizacional en los trabajadores de la municipalidad distrital de Kunturkanki, Cusco, 2019. Del mismo modo en la presente investigación se encontró relación considerable altamente significativa a un nivel p<,01; esto indica que al incrementar el grado de influencia del líder en los subordinados también incrementará de manera positiva el clima organizacional; resultados que coinciden con los hallazgos de Centurión (2017), donde encontró que existe relación significativa entre los estilos de liderazgo y clima organizacional en los directivos d la Universidad Peruana Unión Sede Lima. Del mismo modo Huarca (2019), en su estudio concluye que existe relación estadísticamente significativa entre los estilos de liderazgo de los jefes y sub gerentes con el clima organizacional, en los trabajadores de una municipalidad de cusco. Además, los resultados de la presente investigación se asemejan a lo encontrado por Villanueva (2020) donde concluye que el liderazgo gerencial se asocia al clima organización en trabajadores de una universidad privada de Lima; lo cual repercute en la satisfacción laboral y motivación en los trabajadores. Por su parte Berdecia et al; (2013), señalan que los estilos de liderazgo pueden generar éxito organizacional. En tanto que Lussier y Achua (2011), definen que los estilos de liderazgo son procesos de influencia para lograr propósitos en la organización por medio del cambio; por otro lado, Zarate (2018), señala que el clima organizacional es un factor importante para el logro de los objetivos institucionales y, esto se relaciona al ambiente, satisfacción y conducta en los trabajadores.

En lo referente a los niveles de los estilos de liderazgo de acuerdo a la tabla 4, predomina el nivel moderado del estilo transaccional, seguido del nivel moderado del estilo Laiseez – Faire y el nivel bajo del estilo transformacional, en tanto los porcentajes más bajos son los niveles altos de los estilos transformacional y transaccional. Resultado que coincide con el realizado por Villanueva (2020), donde concluye que predominan los estilos de liderazgo transaccional y transformacional en los jefes y subgerentes. En esa línea los estudios de chacón (2015) y Zuzama (2015), publican que predomina el estilo de liderazgo democrático, el mismo que se asemeja al estilo transformacional, percibido como la capacidad, participación y flexibilidad que tiene el jefe y directivo para la toma de decisiones. En ese sentido Hersey, citado en Zavaleta (2017), define que los estilos de liderazgo son conjunto de pautas asociadas a la conducta humana, la misma que influye en el comportamiento de los demás. No obstante Esteban y Fernández (2013), manifiestan que en las municipalidades distritales se observa falta de eficiencia, eficacia y los estilos de liderazgo no son acordes al trabajo encomendado, esto desencadena excesiva burocratización, pobre capacitación y desorden en las tareas.

Respecto a los niveles del clima organizacional, según la tabla 5, se encontró predominancia del nivel deficiente, seguido del nivel debe mejorar y, menor porcentaje del nivel excelente, se evidencia que más de la mitad de la población investigada percibe que el clima organizacional en la municipalidad debe mejorar; resultado que se asemeja al estudio de Chirinos et al; (2018), donde se encontró que el mayor porcentaje de la población investigada refirió que nunca y casi nunca se sienten a gusto en su ambiente laboral y por ende no están satisfechos con el clima de la organización. En esa misma línea indica que dicha situación afecta la estabilidad emocional de los empleados. Asimismo, el presente estudio coincide con los resultados del estudio realizado en la provincia de Jaén por Zarate (2018), donde encontró mayor porcentaje del clima organizacional en los niveles regular, malo y menor porcentaje del nivel bueno. Por otro lado, los hallazgos del presente estudio difieren del estudio realizado por Chacón (2015), donde encontró que el clima organizacional es favorable, destacando las escalas de excelente, bueno y muy bueno; así como de la investigación ejecutada por Huarca (2019), donde se aprecia predominancia del nivel medio del clima organizacional, es decir los trabajadores tienen percepción favorable de sus ambientes de trabajo. Finalmente, García et al; (2012), sostiene que el clima organizacional incluye aspectos como el tipo de organización, tecnología, políticas organizacionales, metas, normativa interna, valores, actitudes y comportamiento social.

En lo relativo al estilo de liderazgo transformacional de acuerdo a la tabla 6, se evidenció relación e influencia positiva considerable altamente significativa con el clima organizacional, esto significa que existe comportamiento directo en la variación de los valores entre ambas variables; es decir ante una mejora en la creación de una estructura adecuada para concientizar a los subordinados y generar cambio, se observará mejoras en la percepción de los trabajadores con respecto a su organización. El presente resultado coincide con el estudio de Centurión (2017), donde concluye que estilo de liderazgo transformacional se relaciona significativamente con el clima organizacional. Además, se asemeja a los resultados encontrados por Alarcón y Orellana (2019), donde concluyen que el estilo de liderazgo transformacional es importante en el clima organizacional; en tanto tiene relación positiva significativa. Por su parte Durán, et al; (2019), publica que dicho estilo de liderazgo influye y genera un clima organizacional favorable dentro de las organizaciones. Asimismo, Berdecía et al; (2013), sostiene que el estilo de liderazgo transformacional se asocia al éxito organizacional. Finalmente, Esteban y Fernández (2013), refieren que dicho estilo de liderazgo tiene efectos positivos, sustanciales en los seguidores y podría renovar por completo la organización entera, además se distingue por emprender nueva visión, estrategias y cultura innovadora en la organización, con la finalidad de empoderar al colaborador.

Por su parte en el estilo de liderazgo transaccional, de acuerdo a la tabla 7, se encontró influencia y relación positiva considerable altamente significativa con el clima organizacional; lo que indica asociación directa entre las variables analizadas, es decir; al evidenciarse cambios en las transacciones, recompensas y logros de objetivos de los colaboradores, se apreciaran cambios en la misma dirección de la forma como estos colaboradores organizan e interpretan sus impresiones sensoriales con respecto al significado que le dan a su ambiente de trabajo. El presente resultado coincide con el estudio efectuado por Alarcón y Orellana (2019), donde concluyen que el estilo de liderazgo transaccional es importante y se relaciona positivamente con el clima organizacional.

Del mismo modo se asemeja a lo planteado por Berdecia et al; (2013), refiere que el estilo de liderazgo transaccional está asociado al éxito de las organizaciones. Por su parte Centurión (2017), concluye que dicho estilo se relaciona significativamente con el clima organizacional. Finalmente, para Castro (2007), dicho estilo alude a la transacción, pacta acuerdos con los seguidores, enfatiza en el uso de recompensas por cada objetivo y reconoce las necesidades de sus seguidores. No obstante, Robbins, citado en Ancco (2016), define que el clima organizacional es un proceso donde los colaboradores organizan e interpretan sus impresiones sensoriales y les otorgan significado en función de atributos e interacciones en la organización.

Por consiguiente, se encontró según la tabla 8 que existe relación e influencia negativa débil significativa entre el estilo de liderazgo Laissez – Faire y clima organizacional. Esto indica asociación inversa en baja incidencia entre las variables, es decir; ante la presencia de un líder pasivo, limitada vigilancia y reducida presión hacia los trabajadores, se observará influencia negativa y en baja incidencia en el clima organizacional. Resultado que se relaciona del estudio realizado por Berdecia et al; (2013), encontró que el éxito de las organizaciones está relacionado a la ausencia del estilo de Liderazgo Laissez – Faire. En ese sentido Alarcón y Orellana (2019), encontraron que el estilo de liderazgo Laissez – Faire, no causa mejoras en el clima organizacional; es decir no existe grado de influencia alguno. Por su parte Bass y Avolio, citado en Poma (2018), define que dicho estilo de liderazgo se caracteriza porque es pasivo, no toma decisiones, son los subordinados quien toman el mando, delega funciones y cargos a las personas capacitadas, por tanto, es el estilo menos efectivo. Por otro lado, Palma, citado en Ancco (2016), define que el clima organizacional considera características y principios del medio ambiente o ambiente laboral.

5. Conclusiones

Existe relación e influencia positiva considerable altamente significativa entre los estilos de liderazgo y clima organizacional; esto indica que el 58% de las percepciones e interpretación que el colaborar posee de la organización esta explicada por las pautas y comportamientos que tiene el líder con respecto al personal, se precisa que la manera de liderar una empresa tiene incidencia directa en la cultura y clima organizacional, con un margen de error inferior al 1%.

Se evidencia prevalencia de los niveles bajo y moderado en los estilos de liderazgo. En lo referente al estilo transformacional el nivel bajo, seguido del nivel moderado. En el estilo transaccional mayor porcentaje del nivel moderado, seguido del nivel bajo. En lo referente al estilo de liderazgo Laissez – Faire, mayor porcentaje del nivel moderado. Por consiguiente, en la variable estilos de liderazgo predomina el nivel moderado y menor porcentaje el nivel alto.

Se aprecia predominancia del nivel deficiente de clima organizacional, seguido del nivel debe mejorar; no obstante, solo 1/5 de la población investigada se ubica en un nivel excelente.

Existe relación e influencia positiva considerable altamente significativa entre el estilo de liderazgo transformacional y clima organizacional a un nivel p<, 01. Por tanto, existe relación directa entre las variables de estudio.

Existe relación e influencia positiva considerable altamente significativa entre el estilo de liderazgo transaccional y clima organizacional a un nivel p<, 01. Por tanto, afirma que existe relación directa entre las variables de estudio.

Existe relación negativa débil significativa entre el estilo de liderazgo Laissez – Faire y clima organizacional a un nivel p<, 01. Esto indica que existe asociación directa entre las variables de estudio.

Se obtuvo un valor de chi^2=54,437, por debajo del valor esperado chi^2=105,3; dato que se encuentra en la zona de rechazo de H_o. Por tanto, se acepta la hipótesis de investigación H_i: Los Estilos de Liderazgo influyen en el Clima organizacional en trabajadores de la Municipalidad Distrital de Namballe, provincia de san Ignacio, 2020.

Referencias

Acosta, J. (2012). Liderazgo y emprendimiento innovador en nuevas empresas de base tecnológica. Un estudio de casos basado en el enfoque del conocimiento. Revista de estudios avanzados de liderazgo. Universidad Externado de Colombia, vol. 1, numero 1. Enero – junio 2012. ISSN: 2166-2320. Recuperado de: https://www.regent.edu/acad/global/publications/real/vol1/num1/REAL_Vol1Num1.pdf

Ancco, M. (2016). Comunicación Organizacional y Clima Organizacional en la municipalidad distrital de Hualmay, 2015. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Huacho. Recuperada de: http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1849/COMUNICACION_ORGANIZACIONAL_CLIMA_ORGANIZACION_ANCCO_HUARAC_MINERVA_ADRIANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Alarcón, M y Orellana, k. (2019). Relación entre los estilos de liderazgo y el clima organizacional del área de producción en la empresa Andina Plast SRL, 2019. (Tesis para optar el título de licenciado en administración). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima – Perú. Recuperada de: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10655/1/2020_Alarc%C3%B3n%20Carrillo.pdf.

Albújar, M. y Tocto, Y. (2020). Estilos de liderazgo y su relación con el clima organizacional de la sub región de salud de Jaén, distrito Jaén provincia Jaén, región Cajamarca – 2016. (Tesis para obtener el grado de administración publica). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo – Perú. Disponible en: https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6671/Albujar%20Meo%c3%b10%20Miriam%20Elena%20%26%20Tocto%20Tarrillo%20Ysela%20Diana.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Amida, S. (2016). Estilos de liderazgo en el desempeño profesional en los colaboradores en el restaurante Don Carlos, Coban Alta Verapaz. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar: Guatemala. Recuperada de: http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/05/43/Urizar-Shalina.pdf.

Arias, L. (2019). La nueva Gerencia Publica en el Perú. Artículo publicado en revista Gestión del tercer milenio. Vol. 22 - N.º 43 - 2019, pp. 101 – 106. Facultad de Ciencias Administrativas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: file:///Downloads/59318.pdf.

Arquiñeva, H & Castillo, Y. (2017). Estilo de Liderazgo y Calidad del Servicio del Personal de la Municipalidad provincial de Santa de Ana Castrovirreyna Huancavelica, 2015. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado de: http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2017/TESIS-2017-ADMINISTRACION-ARQUI%c3%91EVA%20Y%20CASTILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Ávila, H. (2019). Liderazgo transformacional y gestión municipal; Municipalidad Provincial de Huaraz, año 2018. Artículo publicado en la revista digital Gobierno y Gestión Publica. Vol. 6. DOI: https://doi.org/10.24265/iggp.2019.v6n2.05. Disponible en: https://revistagobiernoygestionpublica.usmp.edu.pe/index.php/RGGP/article/view/125.

Bateman, S. y Snell, A. (2009). Administración. Liderazgo y colaboración en un mundo competitivo, 8ª ed.; México: McGraw-Hill.

Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación. Tercera edición. PEARSON EDUCACIÓN. Colombia.

Berdecia, Z.; Gonzales, J y Carrasquillo, C. (2013). Estilos de liderazgo para el éxito organizacional. Revista de estudios avanzados de liderazgo, primavera 2013, vol. I, numero 2. Puerto Rico. ISSN: 2166-2320. Recuperado de: https://www.regent.edu/acad/global/publications/real/vol1no2/cruz.pdf.

Carrión, B. (2018). Relación entre clima organizacional y satisfacción laboral en los colaboradores de la municipalidad distrital de Zaña. Región Lambayeque, año 2018. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Recuperada de: http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3829/BC-TES-TMP-2640.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Castro, Lupano & Benatuil. (2007). *Teoría y Evaluación del Liderazgo*. Buenos Aires: Paidós.

Centurión (2017). Influencia de los estilos de liderazgo de los directivos de las facultades sobre el clima organizacional de la Universidad Peruana Unión. Tesis para optar el grado de Maestro en Administración de Negocios con Mención en gestión Empresarial. Universidad Peruana Unión. Lima: Perú. Recuperada de: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1079/Lennin_Tesis_Maestro_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

Chacón, V. (2015). Análisis del clima organizacional de la empresa Representaciones CEM, ubicada en Chiquimula. (Tesis de grado). Universidad Rafael Landivar. Recuperado de: http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/01/01/Chacon-Vivian.pdf.

Chaparro, L. (2006). Motivación laboral y clima organizacional en empresas de telecomunicaciones. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, vol. 16, núm., 28, julio – diciembre, 2006, pp. 7 – 32. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/818/81802802.pdf.

Chiavenato, I. (2006). Introducción a la Teoría General de la Administración, 8ª ed. México, Graw-Hill.

Chirinos, Y; Meriño, V. y Martínez, C. (2018). El clima organizacional en el emprendimiento sostenible. EAN. Revista de Administración y Negocios, núm. 84, enero – junio, 2018, pp. 43 – 61. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n84/0120-8160-ean-84-00043.pdf.

Cortez, A. (2005). Estilos de liderazgo y motivación laboral en el ambiente educativo. Revista de Ciencias Sociales (Cr), Vol. IV. Universidad de Costa Rica. Pp. 203 – 214. ISSN 0482-5276. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/153/15310615.pdf.

Del Valle, C. (2018). Clima Organizacional y desempeño laboral en trabajadores de la municipalidad distrital de San Luis, Lima, 2016. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Centro del Perú, Tarma. Recuperado de: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4709/Del%20Valle%20Pomasunco.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Duran, Gallegos y Cabezas (2019). Estilos de liderazgo y su influencia en el clima social laboral, mediante un estudio de caso de una empresa exportadora de alimentos. Artículo científico. Universidad de Maule – Chile. Revista ESPACIOS Vol. 40 (Nº 40) Año 2019. Recuperado de: http://www.revistaespacios.com/a19v40n40/a19v40n40p03.pdf.

Escandon, D y Hurtado, A. (2016). Influencia de los estilos de liderazgo en el desempeño de las empresas exportadoras colombianas. Revista Estudios Gerenciales, Vol. 32, núm. 139. Abril – junio, 2016, pp. 137 – 145. Universidad ICESI. Cali – Colombia. ISSN: 0123-5923. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/212/21246274004.pdf.

Esteban, E. y Fernández, B. (2013). Estilo de Liderazgo en la Municipalidad Distrital de San Ramón y la Satisfacción Laboral de los trabajadores, periodo, 2015. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional del Centro del Perú, Tarma. Recuperada de: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1987/Esteban%20%20Barzola.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

García M, Ibarra L. (2012). *Diagnóstico De Clima Organizacional Del Departamento De Educación De La Universidad De Guanajuato*. Recuperado de: http://www.eumed.net/librosgratis/2012a/1158/definicion_clima_organizacional.html.

Gómez, L. (2013). El clima laboral en cuestión. Revisión bibliográfica descriptiva y explicación a un modelo explicativo multivariable. Aposta. Revista de Ciencias Sociales. Núm. 56. Enero – marzo, pp. 1 – 35. España. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/4959/495950252002.pdf.

Hernández, R; Fernández, C y Batista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6ta edición. McGraw-Hill.

Huarca, C. (2019). La relación entre estilos de liderazgo de los jefes y subgerentes con el clima organizacional de los trabajadores de la municipalidad distrital de Kunturkanki, Cusco, 2019. (Tesis para optar el título de licenciada en relaciones industriales). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Disponible en: http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11795/RIhupock1.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Incacutipa, Z. (2016). Influencia del Estilo de Liderazgo de los gerentes en el Clima Organizacional de la Municipalidad Provincial de Tacna, periodo 2015. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Recuperada de: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2478/Incacutipa_Jacinto_Zenaida.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Jones, R. y George, M. (2010). Administración contemporánea, 6ª ed.; México: McGraw-Hill.

Koontz, Harold y Weihrich, Heinz (1993). *Administración*. México, Mc Graw Hill.

LEY Nº 27972. Ley orgánica de municipalidades.

Litwin, G. & Stringer, R. (1968). Motivation and organizational climate. Boston: Harvard University Press.

Lussier, R. y Achua, C. (2011). *Liderazgo: Teoría, aplicación y desarrollo de habilidades*. (4.° ed.). México, D.F., Cengage Learning. http://www.ucipfg.com/Repositorio/MSCG/Enfasis-EEG/EEG-11/libro-general.pdf.

Marcó, F.; Loguzzo, H. y Fedi, J. (2016). Introducción a la gestión y administración en las organizaciones. 2ª ed.; Universidad Nacional Arturo Jauretche. Buenos Aires – Argentina: editorial@unaj.edu.ar.

Maya, E. (2014). Métodos y técnicas de investigación. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/metodos_y_tecnicas.pdf.

Peñarreta, D. (2014). Influencia de los estilos de liderazgo en los niveles de satisfacción laboral en los empleados del GAD, municipal de Loja. (Tesis de maestría). Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador. Recuperado de: http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3872/1/T1389-Pe%c3%b1arreta-La%20influencia.pdf.

Poma, C. (2018). Estilos de liderazgo y la satisfacción laboral de los empleados de la municipalidad de los olivos, 2017. (Tesis de Maestría). Universidad Cesar Vallejo, Lima. Recuperada de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12409/Poma_GCR.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Quintana, B. y Vargas, E. (2018). RELACIÓN ENTRE LIDERAZGO Y CLIMA ORGANIZACIONAL EN LOS DOCENTES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA ZONA URBANA DEL NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA-PERÚ. (Tesis para optar el grado de maestro en educación). Universidad Privada Antenor Orrego. Cajamarca – Perú. Disponible en: http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/762/ARTICULO%20CIENTIFICO%20QUINTANA%20-%20VARGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Quispe, C y Veliz, P. (2013). Clima y compromiso organizacional en las municipalidades distritales de la provincia de Churcampa, región Huancavelica: Paucarbambilla El Carmen y Locroja. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4047/TESIS%20QUISPE-VELIZ-2013%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Robbins, S. y De Cenzo, A. (2009). Fundamentos de la administración: conceptos esenciales y aplicaciones, 6ª ED.; México: Pearson Educación.

Rojas, C.; Calderón, P.; Moscoso, K. y Nieva, M. (2021). Liderazgo transformacional y la gestión financiera en una municipalidad provincial. Revista publicando en ciencias sociales. Vol. 8 Núm. 31 (2021). Disponible en: https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/2237.

Rospigliosi, W. (2017). Estilos De Liderazgo y Clima Organizacional en la Municipalidad provincial Del Santa – Chimbote Del 2017. (Tesis de Licenciatura). Universidad Cesar Vallejo, Chimbote. Recuperada de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12128/rospigliosi_ew.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Sotelo, J. y Figueroa, E. (2017). El clima organizacional y su correlación con la calidad del servicio en una institución de educación de nivel medio superior. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y Desarrollo, vol. 8, núm. 15, julio – diciembre, 2017. México. E – ISSN: 2007 – 7467. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/4981/498154006021.pdf.

Villanueva, T. (2020). Liderazgo gerencial y Clima organizacional en una universidad privada de lima, 2020. (Tesis para en ciencias empresariales). Universidad Peruana de las Américas. Recuperada de: https://1library.co/document/zkkrr88z-liderazgo-gerencial-clima-organizacional-universidad-privada-lima-lima.html.

Zarate, W. (2018). Propuesta de Plan Motivacional para mejorar el clima organizacional en los trabajadores de la municipalidad provincial de Jaén, 2016. (Tesis doctoral). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo. Recuperado de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19448/zarate_aw.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Zavaleta, A. (2017). Estilos de liderazgo según género en la Municipalidad Distrital de Casa Grande - La Libertad, 2017. (Tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo. Recuperada de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/9934/zavaleta_ta.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Zuzama, J. (2015). Liderazgo: estilos de liderazgo según Kurt Lewin y análisis de un caso real. (Tesis de grado). Universidad de le Illes Belears: España. Recuperado de: http://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/3638/Zuzama_Covas_Juana_Maria.pdf?sequence=1.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 03/09/2023
Aceitação/Acceptance: 06/11/2023

Estudio de los factores organizacionales y la motivación laboral en una Caja Municipal de Ahorro y Crédito, Cajamarca, Perú

Jehovanni Fabricio Velarde-Molina[1], Wilson Gil-Ibañez[2], Kevin Mario Laura-De La Cruz[3], Stephanny Maldonado-Davila[4], André Junior Fernández-Argandoña Regis[5], Elizabeth Gloria Tapia-Salas[6], Miriam Estefani Condori-Chacolli[7]

jehovannifabricio.velarde@epnewman.edu.pe; wilsondavidgil41@gmail.com; kevlaura@upt.pe; stephannymaldonado@gmail.com; regaferar@gmail.com; elitapias@upt.pe; miriam.englishteacher20@gmail.com

[1,2,4,5,7] Escuela de Posgrado Newman

[3] Universidad Privada de Tacna

Pages: 194-203

Resumen: Este estudio se enfoca en el empoderamiento del potencial humano en organizaciones, considerando la evolución tecnológica, avances científicos y cambiantes demandas de la sociedad y clientes. Analiza cómo los factores organizacionales afectan la motivación laboral en una caja municipal de ahorro, con un enfoque cuantitativo y método hipotético deductivo. Se adoptó un diseño teórico no experimental de alcance explicativo. La población incluyó a 28 colaboradores. La muestra fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico dirigido. Se utilizaron dos instrumentos: la Escala de Motivación Laboral de Steers R. y Braunstein D (adaptada por Negrón y Pérez, 2012), y el Cuestionario de Factores Organizacionales diseñado por el investigador. Los resultados revelaron relaciones significativas, como la Actitud de Conservación Ambiental y el Manejo de Residuos Sólidos, así como Educación Ambiental y Manejo de Residuos Sólidos, con correlaciones positivas y sólidas. En resumen, se confirma una relación significativa, pero de débil influencia entre factores organizacionales y motivación laboral. Predominan niveles de motivación bajos y medios en los trabajadores, destacando la necesidad de mejorar factores organizacionales para impulsar la motivación. Las relaciones positivas resaltan la importancia de abordar los aspectos organizacionales para fomentar la motivación laboral en el entorno actual.

Palabras-clave: Empoderamiento, Factores Organizacionales, Motivación Laboral, Tecnología.

Study of organizational factors and work motivation in a Municipal Savings and Credit Fund, Cajamarca, Peru

Abstract: This study concentrates on the development of human potential within organizations, taking into account technological evolution, scientific advancements, and shifting societal and consumer demands. Using a quantitative approach and a

hypothetical deductive method, it examines how organizational factors affect labor motivation in a municipal savings bank. Adopted was a theoretical, non-experimental design with explanatory scope. Among the population were 28 employees. The sample was chosen through non-probabilistic, directed sampling. The Steers R. and Braunstein D. Work Motivation Scale (adapted by Negrón and Pérez, 2012) and the researcher-created Organizational Factors Questionnaire were utilized. Positive and substantial correlations were discovered between Environmental Conservation Attitude and Solid Waste Management, as well as Environmental Education and Solid Waste Management. In conclusion, the relationship between organizational factors and work motivation is confirmed to be significant but faintly influential. The majority of workers have low to moderate levels of motivation, highlighting the need to enhance organizational factors to increase motivation. The significance of addressing organizational factors to foster work motivation in the current environment is highlighted by the positive relationships.

Keywords: Empowerment, Organizational Factors, Work Motivation, Technology.

1. Introducción

En la sociedad actual, caracterizada por su dinamismo y constante evolución, nos encontramos inmersos en un escenario de cambios profundos e incesantes. La tecnología, en su vertiginoso avance, ha logrado abarcar múltiples esferas de la vida cotidiana, satisfaciendo necesidades emergentes y conquistando territorios que, hasta hace poco, parecían inalcanzables para el ser humano. Paralelamente, el mundo científico no se queda atrás y nos sorprende con descubrimientos y avances que desafían cualquier previsión.

En este entorno de transformación acelerada, los estilos de vida de la población experimentan mutaciones notables, impulsadas por la emergencia de nuevas necesidades y la creciente expectativa de los clientes y consumidores. Este dinamismo económico trae consigo la imperante necesidad de concebir estrategias empresariales que fomenten la competitividad y permitan a las organizaciones mantenerse a la vanguardia en un contexto de globalización cada vez más demandante.

En este sentido, la cuestión del empoderamiento del potencial humano adquiere una relevancia crucial. La obtención de rentabilidad, la eficacia en el cumplimiento de objetivos y la eficiencia en los procesos se vuelven indisociables de la satisfacción y motivación de los colaboradores. Sin embargo, la consecución de un estado de motivación plena no es un desafío trivial; requiere una comprensión profunda de los factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en la psicología y el desempeño laboral de los trabajadores.

Es en este contexto que se perfila la trascendencia de la investigación que nos ocupa, que tiene como objetivo primordial el análisis y la comprensión de los factores organizacionales que ejercen influencia sobre la motivación laboral en la CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, durante el año 2021. Estos factores organizacionales abarcan una diversidad de aspectos, desde la política salarial y de beneficios hasta las oportunidades de crecimiento profesional y las interacciones humanas en el entorno laboral. Estos elementos conforman un tejido complejo que impacta directamente en las decisiones, actitudes y nivel de motivación de los colaboradores.

A nivel internacional y nacional, la investigación encuentra respaldo en la coyuntura actual y los desafíos que enfrenta el mundo laboral. La pandemia global y otros factores socioeconómicos han ejercido un efecto notable en la motivación y desempeño laboral de los empleados en diferentes contextos. En la CMAC - PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, se ha observado una disminución del rendimiento laboral, retrasos en las tareas y una aparente desmotivación entre los colaboradores. Esta situación se atribuye en parte a la coyuntura social, epidemiológica y política que caracteriza la realidad actual.

La trascendencia social de esta investigación radica en su capacidad para proporcionar aportes valiosos al sector empresarial. Los resultados obtenidos brindarán una comprensión más profunda de los factores que inciden en la motivación laboral, permitiendo la implementación de estrategias efectivas para mejorar el clima laboral, aumentar la rentabilidad y alcanzar el éxito empresarial.

Desde un punto de vista metodológico, esta investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo y adopta el método hipotético deductivo. La recolección de datos se realizó a través de encuestas y cuestionarios, garantizando su validez, confiabilidad y objetividad. El análisis de los datos se apoya en herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales, lo que permite contrastar hipótesis y revelar relaciones entre los factores organizacionales y la motivación laboral.

En resumen, el propósito fundamental de esta investigación es contribuir al conocimiento científico y práctico en el ámbito de la motivación laboral, centrándose específicamente en el contexto de la CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO. A través del estudio detallado de los factores organizacionales que influyen en la motivación laboral, se busca colmar vacíos teóricos y proporcionar información relevante para respaldar la toma de decisiones informadas en el entorno empresarial. Este estudio aspira no solo a comprender la compleja relación entre los factores organizacionales y la motivación, sino también a proponer soluciones concretas que contribuyan a un ambiente laboral más enriquecedor y productivo para todos los colaboradores involucrados.

2. Metodología

La investigación se enmarcó dentro del enfoque cuantitativo, Hernández, Fernández y Batista (2014, p. 4), definen que el enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías”.

2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo teórica y busca incrementar la teoría, enlazándose con nuevos conocimientos. No aborda aplicaciones prácticas ni hace referencia a análisis teóricos. Su alcance explicativo se expande más allá de la mera descripción y correlación, enfocándose en determinar factores organizacionales en la motivación laboral.

El estudio actual adopta un diseño no experimental, observando fenómenos en su entorno natural sin manipular variables. Además, es transeccional o transversal, recolectando datos en un único momento y tiempo (Hernández et al., 2014, p. 154).

2.2. Población y muestra

Población

La población de la presente investigación, estuvo compuesta por el número total de los colaboradores que se encuentran laborando en la Caja Municipal de Ahorro y Crédito Piura S.A.C, agencia San Ignacio, durante el año 2021, sumando un total de 28 colaboradores.

Muestra

La muestro estuvo conformada por 28 colaboradores que representan el total de la población, se obtuvo mediante el tipo de muestreo no probabilístico; al respecto Hernández, et al (2014, p. 189), "sostienen que los muestreos no probabilísticos llamados también muestreos dirigidos, supone un procedimiento de selección orientado por las características de la población, más que por un criterio de generalización".

2.3. Instrumentos de investigación

Para la recolección de datos como instrumentos se utilizaron el cuestionario y escala del siguiente modo:

En lo referente a la variable Motivación Laboral, se utilizó la escala de Motivación Laboral de Steers R. y Braunstein D; adaptada por Negrón y Pérez (2012). Consta de 15 ítems, tipo Likert, de administración individual y colectiva, requiere de 15 minutos aproximadamente para su aplicación. Dicha escala tiene como dimensiones: logro (ítems 1,4,7,10,13), poder (ítems 2,5,8,11,14) y filiación (ítems 3,6,9,12,15). Cuenta con los requisitos de validez, confiabilidad y objetividad dentro los parámetros aceptados por la comunidad científica.

Por su parte en la variable Factores Organizacionales, se utilizó el cuestionario de Factores Organizacionales, construido por el investigador. Consta de 27 ítems, tipo Likert, de administración individual y colectiva, requiere de 25 minutos aproximadamente para su aplicación. Dicho cuestionario tiene 2 dimensiones: factores extrínsecos (ítems 1 al 18), intrínsecos (ítems 19 al 27). Dicho cuestionario cuenta con los requisitos de validez, confiabilidad y objetividad dentro los parámetros aceptados por la comunidad científica.

2.4. Confiabilidad

Ambos instrumentos utilizados en esta investigación han demostrado alta confiabilidad en sus mediciones. El instrumento para la primera variable, Motivación Laboral, tiene confiabilidad alta, la misma que fue determinada mediante alfa de Cronbach; dimensión logro (,984), dimensión poder (,860), filiación (,943) y la escala total (,978). Esto indica que el instrumento es confiable. Al igual que el segundo instrumento, de la variable Factores Organizacionales, que tiene una confiabilidad alta, la misma que fue determinada mediante alfa de Cronbach; dimensión extrínsecos (,746), intrínsecos (,905), y el cuestionario total (,902). Esto indica que el instrumento es válido y confiable.

3. Resultados

Factores Organizacionales – Motivación Laboral		Valor	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	Gamma	,391	,046
N de casos válidos		28	

Tabla 1 – Análisis de la determinación de los factores organizacionales en la motivación en la CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, 2021

En la Tabla 1, se observa que existe relación positiva débil significativa entre la variable factores organizacionales y motivación laboral con un coeficiente de correlación r=, 391, significancia bilateral de ,046; a un nivel p<, 05. Esto indica que al existir variación en los valores de los factores organizacionales también se observaran cambios en la misma dirección en la motivación laboral, por tanto, se puede afirmar asociación directa entre las variables de estudio, por ende, débil influencia y determinación de los factores organizacionales en la motivación laboral.

Motivación laboral	n	%
Bajo	10	35,7
Medio	10	35,7
Alto	8	28,6
Total	28	100

Tabla 2 – Análisis descriptivo de los niveles de motivación laboral en los trabajadores en la CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, 2021

En la tabla 2 se aprecia predominancia de los niveles bajo y medio de la motivación laboral con el 35,7% cada uno, no obstante, solo el 28.6% de la población investigada se ubica en nivel alto. Esto indica que más del 70% de los trabajadores de la institución objeto de estudio presentan niveles de motivación bajo y medio, los mismos que deben mejorar.

Dimensión	Extrínsecos		Intrínsecos		Total	
	N	%	n	%	n	%
Bajo	13	**46,4**	12	**42.9**	12	**42.9**
Medio	9	32,1	10	35.7	11	39.3
Alto	6	**21,5**	6	**21.4**	5	**17.8**
Total	28	100	28	100	28	100

Tabla 3 – Análisis descriptivo de los niveles de factores organizacionales en trabajadores de la CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, 2021.

En la tabla 3 se evidencia mayor porcentaje del nivel bajo en los factores organizacionales: extrínsecos 46,4%; la dimensión intrínsecos y variable total con el 42,9%. No obstante, en los factores extrínsecos sólo el 21,5% y en los factores intrínsecos el 21,4% se encuentra en nivel alto. Por su parte a nivel de escala general predomina el nivel bajo con el 42,9%, seguido del nivel medio con el 39,3% y solo el 17,8% presenta nivel alto. Esto indica que la mayoría de la población investigada se encuentra en niveles bajo y medio; por tanto, es necesario mejorar dichos factores para observar cambios en la motivación laboral.

Factores organizacionales extrínsecos – motivación laboral		**Valor**	**Significación aproximada**
Ordinal por ordinal	Gamma	,380	,039
N de casos válidos		28	

Tabla 4 – Análisis de la influencia de los factores organizacionales extrínsecos que determinan la motivación en la CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, 2021

En la tabla 4 se observa que existe relación positiva débil significativa entre la dimensión factores organizacionales extrínsecos y motivación laboral con un coeficiente de correlación r=, 380, significancia bilateral de ,039; a un nivel p<, 05. Esto indica que al existir variación en los valores de los factores organizacionales extrínsecos también se observaran cambios en la misma dirección en la motivación laboral, por tanto, se puede afirmar asociación directa entre las variables de estudio y por ende débil influencia y determinación de los factores organizacionales extrínsecos en la motivación laboral

Factores organizacionales intrínsecos – motivación laboral		**Valor**	**Significación aproximada**
Ordinal por ordinal	Gamma	,573	,048
N de casos válidos		28	

Tabla 5 – Análisis de la influencia de los factores organizacionales intrínsecos que determinan la motivación en la CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, 2021

En la tabla 5, se observa que existe relación positiva media significativa entre la variable factores organizacionales intrínsecos y motivación laboral con un coeficiente de correlación r=, 573, significancia bilateral de ,048; a un nivel p<, 05. Esto indica que al existir variación en los valores de los factores organizacionales intrínsecos también se observaran cambios en la misma dirección en la motivación laboral, por tanto; se puede afirmar asociación directa entre las variables de estudio y por ende influencia y determinación de los factores organizacionales intrínsecos en la motivación laboral.

4. Discusión

La presente investigación se centró en el objetivo principal de identificar los factores organizacionales que influyen en la motivación en la sucursal de CMAC-PIURA SAC, AGENCIA – SAN IGNACIO, durante el año 2021. Este enfoque se dirigió específicamente hacia los colaboradores de la caja de ahorro y crédito Piura agencia

San Ignacio. En consecuencia, las recomendaciones propuestas a continuación están dirigidas principalmente a los líderes y directivos de la institución, con el propósito de implementar cambios y mejoras en la misma. Además, se reconoce la importancia fundamental de los colaboradores como pilares centrales en el funcionamiento de la empresa.

En el contexto de esta discusión, se analizarán las dimensiones que han arrojado valores bajos, consideradas posibles áreas de debilidad dentro de la organización. Esta evaluación tiene como objetivo impulsar mejoras en los factores organizacionales para, de esta manera, aumentar la motivación de los colaboradores.

Se sugiere que los líderes y directivos de la sucursal San Ignacio implementen mejoras en los factores organizacionales, como la comunicación, relaciones interpersonales, formación, planes de incentivos, entre otros. La ejecución de estas mejoras contribuirá a una mayor identificación de los colaboradores con la organización, generando así tanto una motivación interna como externa, y, en última instancia, mejoras en los resultados y productividad.

Una recomendación clave radica en que los líderes de la sede establezcan metas claras y las comuniquen a los colaboradores. Asimismo, se sugiere definir las recompensas asociadas al logro de estas metas, fomentando el trabajo en equipo y el apoyo de los superiores inmediatos. Estas medidas incentivarán la motivación de los colaboradores para alcanzar los objetivos establecidos por la empresa.

Es aconsejable desarrollar un plan operativo dirigido a los líderes y directivos, con el propósito de beneficiar a los colaboradores. Este plan podría incluir actividades académicas como capacitación y presentación de objetivos, así como actividades de desarrollo personal para fortalecer relaciones interpersonales y habilidades. Estas acciones mantendrán viva la actitud hacia las metas y objetivos propuestos.

La definición y divulgación de las condiciones laborales, beneficios, políticas y supervisión a las que estarán sujetos los colaboradores es otra recomendación importante. Esto permitirá que los colaboradores comprendan y cumplan las condiciones planteadas, contribuyendo así al compromiso y positivismo en sus tareas diarias.

El área de recursos humanos de la empresa podría implementar un plan de desarrollo de carrera para los colaboradores. Este plan debería abarcar aspectos de ocio, relaciones interpersonales, acompañamiento y proyección profesional dentro de la organización. Estas medidas brindarán seguridad y estima a los colaboradores, generando un mayor esfuerzo en la consecución de metas individuales y organizativas.

La sugerencia incluye la formulación de políticas organizacionales que agreguen valor, mejoren la cadena de servicios, optimicen procesos y aumenten la productividad y rentabilidad. Estas medidas podrían influir de manera positiva en la consecución de objetivos.

En un enfoque estratégico, se recomienda fortalecer el modelo de gestión por competencias para garantizar la ubicación adecuada de los colaboradores en puestos congruentes con sus habilidades y capacidades.

Se propone llevar a cabo estudios explicativos y/o experimentales en las variables analizadas, con el propósito de lograr una comprensión más profunda de los fenómenos, cerrar brechas en el conocimiento y permitir la replicación de la investigación en otros contextos. Del mismo modo, se sugiere diseñar e implementar programas centrados en mejorar el clima institucional, la motivación laboral y, en última instancia, los resultados de la institución. Estas medidas podrían contribuir al crecimiento y el éxito continuo de la organización.

5. Conclusiones

Se evidenció relación positiva débil significativa entre la variable factores organizacionales y motivación laboral a un nivel p<, 05. por tanto, se afirma débil influencia y determinación de los factores organizacionales en la motivación laboral.

Se encontró predominancia de los niveles bajo y medio; así como baja incidencia del nivel alto de motivación laboral. Esto indica que más del 70% de los trabajadores de la institución objeto de estudio presentan niveles de motivación bajo y medio, los mismos que deben mejorar.

Se denotó mayor porcentaje del nivel bajo en los factores organizacionales extrínsecos e intrínsecos. Solo 1/5 de población encuestado se encuentra en nivel alto. Esto indica que la mayoría de la población investigada se encuentra en niveles bajo y medio; por tanto, es necesario mejorar dichos factores para observar cambios en la motivación laboral.

Existe relación positiva débil significativa entre la dimensión factores organizacionales extrínsecos y motivación laboral a un nivel p<, 05. Esto indica comportamientos en la misma dirección, por tanto, se puede afirmar débil influencia y determinación de los factores organizacionales extrínsecos en la motivación laboral.

Existe relación positiva media significativa entre la variable factores organizacionales intrínsecos y motivación laboral a un nivel p<, 05. Esto indica comportamiento directo en las variables de estudio. Por tanto, se puede afirmar débil influencia y determinación de los factores organizacionales intrínsecos en la motivación laboral.

Referencias

Ancajima, A y Villena, C. (2021). Motivación y desempeño laboral en el área de educación ejecutiva de CENTRUM PUCP, Santiago de Surco, 2021. Titulo para optar el título de licenciado en administración. Universidad Cesar Vallejo. Lima: Perú. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66696/Ancajima_VAM-Villena_RCE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arias, G. F., Heredia, E. V. (2006). Administración de recursos humanos. (6ª Ed.). México.

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 3ra edición. PRENTICE HALL.

Chiavenato, I. (2007). Administración de recursos humanos (Octava ed.). México D.F.: Mc. Graw Hill.

Cruzado (2014) EMPLEO Y MANAGEMENT, diario gestión. https://gestion.pe/empleo-management/45-trabajadores-no-feliz-su- centro-labores-2105975.

Godoy, J. (2017). Motivación laboral y Compromiso organizacional en el personal de una empresa de manufactura de la ciudad de Lima, 2017. (2017). (Tesis para optar el título profesional de licenciado en psicología). Universidad Cesar Vallejo. Lima: Perú. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8559/Godoy_MJM.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Hernández, R; Fernández, C y Batista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6ta edición. McGrawHill.

Guerrero, M & Torres, S. (2017). Motivación laboral en los Docentes de Ciencias Aplicadas – Universidad Nacional del Centro del Perú – Tarma. (Tesis para optar el título de licenciatura en administración). Recuperado de: https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4758.

Maslow, A. (1991). Motivación y personalidad. Díaz de Santos, S.A. Madrid: España. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=8wPdj2Jzqg0C&printsec =frontcover&dq= teorias+de+las +jerarquias +de+las +necesidades+de+ abraham+maslow&hl= es&sa= X&ved= 0ahUKEwjSlPyn95rbAhUDuVkKHazTBoQ6AEIJjAA#v= onepage&q&f=false.

Quispe, S. (2019). Percepción del clima organizacional y motivación laboral de los clientes internos del Banco de Crédito del Perú – Sucursal Juliaca, en el 2017. (Tesis para optar el título de licenciado en administración y negocios internacionales). Universidad Peruana Unión. Juliaca: Perú. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4353/Sebastian_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ryan, Kuhl, & Deci (1997). La Teoría de la Autodeterminación y la Facilitación de la Motivación Intrínseca, el Desarrollo Social, y el Bienestar. EEUU: Universiti oMaslow, A. f Rochester

Robbins P., Stephen, (1999) Comportamiento organizacional, Prentice Hall, México. Mc Graw Hill.

Robbins (2009) Comportamiento Organizacional (13va edición). Prentice Hall, México. Mc Graw Hill.

Rodríguez, D. (1999). Diagnóstico Organizacional. Bogotá: ALFAOMEGA.

Vargas y Estrada (2013). “La Motivación y el Desempeño laboral en la entidad financiera CrediScotia - Tarma”. Tesis para optar el título de licenciado en administración. Universidad del Centro del Perú. Recuperado de: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1995/Machuca%20Zevallos%20-%20Estrada%20Ricaldi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villanueva, R. (2018). Relación entre satisfacción y motivación laboral en los trabajadores de una organización 2017 -2018. (Tesis para optar el título de licenciado en administración). Universidad Privada del Norte. Trujillo: Perú. Recuperado de: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23665/Villanueva%20Santisteban%2c%20Reyda.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Yagosesky, R. (2000). La psicología del éxito. Recuperado de https://www.casadellibro.com/libro-la-psicologia-delexito/9789806405547/748739

Zevallos, V. (2017). El clima organizacional y la motivación laboral en el banco BBVA continental, barranca – 2016. Tesis para optar el título de licenciado en administración. Universidad San Pedro. Barranca: Perú. Recuperado de: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/13540/Tesis_62149.pdf?sequence=1&isAllowed=y

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/09/2023
Aceitação/Acceptance: 26/11/2023

Maskay - Aplicación Móvil para la Búsqueda y Acceso a Talleres Mecánicos: Un estudio de caso en Trujillo, Perú

Antonio Chiclayo-Silvestre[1], Juan Nizama-Florian[1], Javier Gamboa-Cruzado[1,2], Yesenia Vásquez-Valencia[1], Carmen Tello-Aguilar[3]

achiclayo@ucvvirtual.edu.pe; nizamaf@ucvvirtual.edu.pe; jgamboa65@hotmail.com; yvasquez@ucv.edu.pe; ctello@ucv.edu.pe

[1] Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú

[2] Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

[3] Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad César Vallejo, Lima, Perú

Pages: 204-219

Resumen: La búsqueda y acceso eficientes a talleres mecánicos han presentado desafíos significativos en la ciudad de Trujillo, Perú. Los métodos actuales pueden ser ineficientes y frustrantes, provocando demoras innecesarias y, a veces, pérdidas de tiempo al no encontrar la disponibilidad de los talleres. Este artículo presenta "Maskay", una aplicación móvil innovadora diseñada para agilizar el proceso de búsqueda y acceso a talleres mecánicos. Maskay está diseñada con el objetivo de minimizar el tiempo de búsqueda, aumentar la eficiencia de los usuarios al encontrar talleres mecánicos y, en última instancia, mejorar la satisfacción general del cliente. Se siguió la metodología Mobile-D para su desarrollo, un proceso de cinco fases (Exploración, Inicialización, Producción, Estabilización y Pruebas), que pone un gran énfasis en la interacción constante con los usuarios. Este enfoque permite la detección y corrección oportuna de cualquier error o problema que pueda surgir durante el desarrollo. Los resultados obtenidos a partir de la implementación de Maskay indican una reducción significativa en el tiempo de acceso, un aumento en la cantidad de búsquedas de talleres y una mejora en la satisfacción del cliente. En resumen, Maskay proporciona una solución efectiva y eficiente para superar los desafíos actuales relacionados con la localización y acceso a talleres mecánicos en Trujillo, y tiene el potencial de ser aplicada a otras regiones con desafíos similares.

Palabras-clave: Aplicación Móvil; Búsqueda y Acceso; Metodología Mobile-D; Talleres Mecánicos; Geolocalización.

Maskay - Mobile Application for the Search and Access to Mechanical Workshops: A Case Study in Trujillo, Peru

Abstract: Efficient search and access to mechanical workshops have posed significant challenges in the city of Trujillo, Peru. Current methods can be inefficient and frustrating, leading to unnecessary delays and sometimes wasted time when

workshop availability is not found. This paper introduces “Maskay,” an innovative mobile application designed to streamline the process of searching for and accessing mechanical workshops. Maskay is designed with the aim of minimizing search time, enhancing user efficiency in locating mechanical workshops, and ultimately improving overall customer satisfaction. The Mobile-D methodology was followed for its development, a five-phase process (Exploration, Initialization, Production, Stabilization, and Testing) that places a strong emphasis on constant user interaction. This approach allows for timely detection and correction of any errors or issues that might arise during development. Results from the implementation of Maskay indicate a significant reduction in access time, an increase in the number of workshop searches, and an enhancement in customer satisfaction. In summary, Maskay provides an effective and efficient solution to overcome current challenges related to locating and accessing mechanical workshops in Trujillo and has the potential to be applied to other regions with similar challenges.

Keywords: Mobile Application; Search and Access; Mobile-D Methodology; Mechanical Workshops; Geolocation.

1. Introducción

En la actualidad, la búsqueda y acceso a talleres mecánicos, considerando su ubicación y disponibilidad, resulta ineficiente, lo que provoca demoras y frustraciones para los clientes que intentan encontrar estos servicios, independientemente de dónde se encuentren.

Los autores Vargas-Fandiño et al. (2020) subrayan en su estudio la necesidad de economizar esfuerzo y disminuir el tiempo de búsqueda durante el desarrollo de un repositorio, para ello, es esencial utilizar el código y las funcionalidades de los componentes de software, desde las clases y paquetes hasta los microservicios. En otro estudio Castillo-Portales et al. (2022), cuyo objetivo era mejorar el aprendizaje del lenguaje de señas en la oficina municipal de atención de personas con discapacidad en La Esperanza, Perú, se empleó la metodología Mobile-D en una investigación de tipo aplicada. Los resultados indicaron que, después de la implementación de la aplicación móvil, se redujo el tiempo promedio en interpretar el lenguaje de señas a 1’50”. Asimismo, los autores Angarita et al. (2020) destacan la relevancia de las aplicaciones móviles en el sector turismo, con los usuarios aprovechando las ubicaciones geográficas a través de GPS. Además, se señaló un incremento del 33% en el número de turistas. Por su parte, la investigación de Maraza-Itomacedo et al. (2021) discutió la integración de un sistema compuesto por una aplicación móvil y una aplicación web para profesores. Esta última permite establecer puntos de interés e incluir contenido de matemáticas, mientras que los estudiantes usan la aplicación móvil para ver dichos puntos de interés y responder a preguntas de matemáticas. Por ende, la integración de estas aplicaciones beneficia tanto a profesores como a estudiantes. Al utilizar PostGis y MySQL, garantizan un rendimiento en las alertas de emergencias a través de la herramienta tecnológica JMeter, útil para medir el rendimiento de las aplicaciones. Además, los autores Morato et al. (2020) describieron la implementación de una aplicación móvil de bajo costo para una red de bibliotecas. Como resultado, se observó una mejora en la eficiencia al reducir el tiempo de búsqueda, mejorando el tiempo de acceso a la dirección y horario

para realizar una tarea a un promedio de 8 segundos. En el artículo "Aplicación móvil multiplataforma para la simular créditos bancarios mediante geolocalización", los autores Jaramillo et al. (2020), expresaron su objetivo de simular créditos bancarios para los clientes, permitiéndoles así escoger la opción más viable.

Las aplicaciones móviles han demostrado tener un impacto positivo a nivel global, ya que son capaces de resolver problemas en diversos procesos o sectores de la sociedad, resultando en una integración eficaz (Caicedo et al., 2020). La accesibilidad de una aplicación móvil tiene la responsabilidad de garantizar que la información se presente de manera correcta y comprensible para todos los usuarios, sin importar las condiciones especiales que puedan tener algunos o las especificidades del dispositivo que utilicen (Paniagua et al., 2020).

Desde una perspectiva de desarrollo ágil, se consideran las características de la tecnología móvil que existía en 2004, así como las diversas plataformas y particularidades de los dispositivos móviles (Martinez et al., 2020). El objetivo de Mobile-D es desarrollar aplicaciones móviles para grupos pequeños, aproximadamente 10 usuarios o menos, donde cada uno es responsable de su proceso y la solución esté disponible en menos de 3 meses (Molina et al., 2021). La geolocalización, por su parte, permite que un individuo obtenga información en tiempo real de su ubicación a través de coordenadas geográficas, expresadas en latitud y longitud (Katapally et al., 2020).

Encontrar un taller mecánico confiable y cercano suele ser una tarea ardua y problemática para los conductores. El objetivo esencial de este estudio es facilitar y agilizar el acceso a talleres mecánicos, mejorando la experiencia del cliente mediante la implementación de una aplicación móvil.

2. Método de Investigación

Esta sección del artículo describe el enfoque y las técnicas utilizadas para realizar la investigación. El objetivo es proporcionar suficiente detalle para que otros investigadores puedan replicar el estudio si así lo desean.

2.1. Metodología Mobile-D

Conforme a lo señalado por Velasque et al. (2021), en la creación de aplicaciones para dispositivos móviles, la metodología Mobile-D ha probado ser una táctica eficaz para orientar los procesos desde la fase de conceptualización hasta la de implementación (Ver Figura 1).

2.2. Método de Investigación aplicado

Esta sección proporciona información detallada sobre la planificación del estudio, los métodos utilizados para recoger datos, los procedimientos para analizar los datos y los criterios considerados para interpretar los resultados. El propósito es ofrecer suficiente información para que los lectores comprendan cómo se desarrolló la investigación y cómo se lograron los resultados mostrados.

A. Operacionalización de Variables



Figura 1 – Metodología Mobile-D

La operacionalización de la variable implica la definición y el establecimiento de los indicadores medibles que se utilizarán para evaluar el cambio o la respuesta a las variables independientes en la investigación (Ver Tabla 1).

Indicador	Índice	Unidad de Medida
Tiempo de acceso al taller mecánico	[2400]	Segundos
Cantidad de búsquedas de talleres por día	[20]	Talleres/ día
Satisfacción del cliente	[Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Indeciso, De acuerdo, Totalmente de acuerdo]	Escala de Likert

Tabla 1 – Operacionalización de la variable dependiente

Diseño de Investigación

En esta investigación se usó el tipo de Investigación Aplicada y Experimental Pura con PosPrueba y Grupo de Control.

$$RG_e \quad X \quad O_1$$
$$RG_c \quad -- \quad O_2$$

En este diseño los participantes son asignados aleatoriamente (R) a los grupos. En este diseño, RGe y RGc se refieren a los grupos experimental y de control respectivamente, X es el estímulo (Aplicación Móvil) que se administra al grupo experimental, y O1 y O2 representan las medidas tomadas para cada grupo.

Universo y Muestra

Para el universo, se tomaron todos los procesos de Búsqueda y Acceso a Talleres Mecánicos en Perú. N = Indeterminado.

Para la muestra, se consideraron los procesos de Búsqueda y Acceso a Talleres Mecánicos en la Ciudad de Trujillo (n = 30).

Declaración de las Hipótesis

H_1: El uso de una Aplicación Móvil, basada en la metodología Mobile-D, reduce el tiempo de acceso al taller mecánico en Trujillo.

H_2: El uso de una Aplicación Móvil, basada en la metodología Mobile-D, aumenta la cantidad de búsquedas de talleres por día en Trujillo.

H_3: El uso de una Aplicación Móvil, basada en la metodología Mobile-D, incrementa la satisfacción de los clientes en Trujillo.

Para la contrastación de las hipótesis, se planteó la siguiente solución para cada uno de los indicadores:

μ_1 = Media Poblacional (H_1) para Post Prueba de G_c

μ_2 = Media Poblacional (H_1) para Post Prueba de G_e

Dónde: $H_o = \mu_1 \leq \mu_2$ y $H_a = \mu_1 > \mu_2$

Además:

μ_1 = Media Poblacional (H_2, H_3) para Post Prueba de G_c

μ_2 = Media Poblacional (H_2, H_3) para Post Prueba de G_e

Dónde: $H_o = \mu_1 \geq \mu_2$ y $H_a = \mu_1 < \mu_2$

Para concluir, se realizó la prueba de normalidad de los datos, el análisis descriptivo (Ver Figura 6 y Figura 7), y las hipótesis se validaron usando la prueba t de Student con el software especializado Minitab (Ver Tabla 7 y Tabla 8).

3. Estudio de Caso

En esta sección se presenta el estudio de caso, un enfoque detallado y profundo que se utiliza para explorar, describir y analizar de manera intensiva un caso o contexto específico. Para el desarrollo de la Aplicación Móvil, se usó la metodología Mobile-D, esta se compone de 5 fases: Exploración, Inicialización, Producción, Estabilización y Pruebas del sistema.

3.1. Exploración

En la fase de exploración, se establecen las bases para nuestro estudio de caso. Esta es una etapa crucial donde se definen los elementos claves del estudio, como la identificación de los actores involucrados, la comprensión de los problemas o cuestiones que están siendo estudiados, la definición de los objetivos de la investigación y los casos de uso (Ver Tabla 2).

Alcance

La aplicación está disponible para los Ciudadanos de Trujillo y del Perú, por medio del uso de smartphones en el cual se visualiza el taller más cercano desde el punto donde se encuentra la persona y además el tiempo en minutos para llegar al taller y también la disponibilidad de estos.

Identificación de módulos y requerimientos

N°	Módulo
M01	Menú Principal
M02	Buscar Taller Mecánico
M03	Soporte (Ingreso del Administrador, Taller Mecánico)
M04	Tu Opinión

Tabla 2 – Módulos de la Aplicación Móvil

4.2. Inicialización

La etapa de inicialización es una parte integral y crucial en el desarrollo del software. Es durante esta etapa que se configura y verifica todo el entorno de desarrollo necesario para el proyecto (Ver Figura 2 y Figura 3).

Estructura Lógica de la Aplicación Móvil

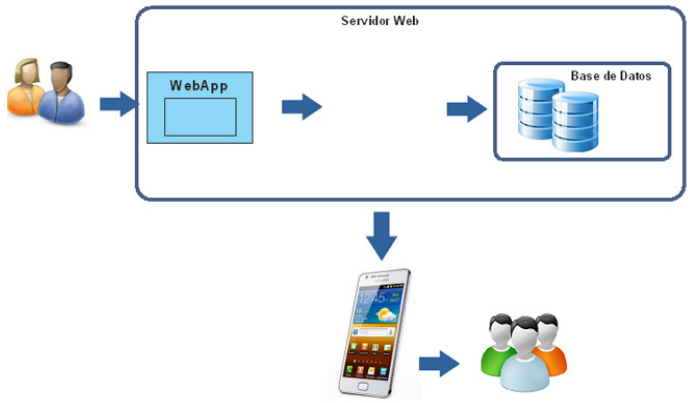


Figura 2 – Estructura Lógica de la Aplicación

Arquitectura de la Aplicación Móvil

Configuración del ambiente y recursos utilizados

Hardware: Laptop Intel Corei7 16 GB RAM, Dispositivo Móvil Android gama media de 6.5 pulgadas.

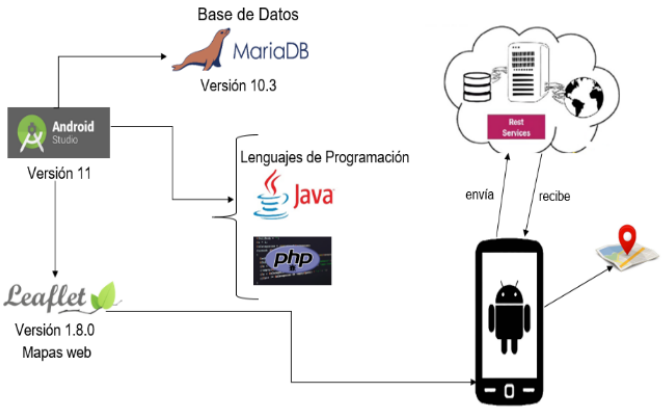


Figura 3 – Arquitectura de la Aplicación Móvil

Software: Sistema Operativo Windows 10, Android Studio versión 11, Software y librerías usadas: Leaflet, JavaScript, Java, PHP, HTML5, CSS3, MariaDB.

4.3. Producción

La fase de producción en la metodología Mobile-D es el corazón del proceso de desarrollo. Aquí es donde los requerimientos establecidos durante la exploración e inicialización se transforman en un software funcional (Ver Figura 4).

Elaboración de Prototipos

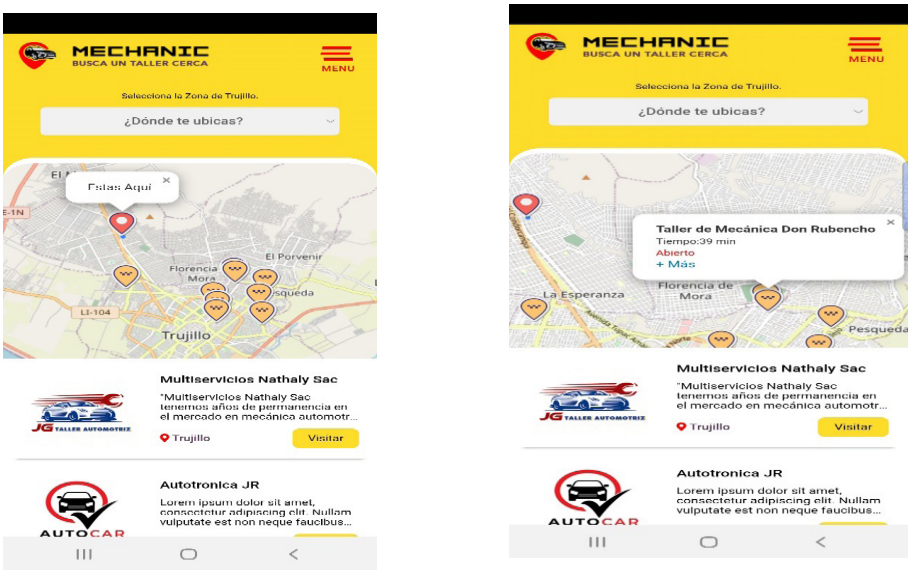


Figura 4 – Ubicación y Disponibilidad de los Talleres Mecánicos

4.4.Pruebas

Se corrobora las funcionalidades de la Aplicación Móvil y se subsana los errores encontrados a través del siguiente modelo: Casos de Prueba, Disponibilidad y rendimiento, Seguimiento y revisión de correcciones. (Ver Tabla 3).

Pruebas Unitarias 02: Buscar Taller Mecánico

Nombre	**Buscar Taller Mecánico**
Código	PU02
Objetivo	La Aplicación Móvil debe presentar la ubicación real del cliente y los talleres que están registrados.
Pasos	El cliente debe activar su ubicación en su celular. Acceder a la opción BUSCAR de la aplicación, luego esta muestra la ubicación del cliente y los talleres registrados, también muestra las zonas que están registradas de Trujillo, posteriormente también muestra el tiempo para acceder al taller, por último, indica si el taller está abierto o cerrado.
Resultados Obtenidos	Con todos los pasos anteriores descritos el cliente debe visualizar de manera eficaz la búsqueda de un taller.

Tabla 3 – Pruebas Unitarias 02 - Menú Principal

5. Resultados y Discusiones

En esta sección, presentamos y analizamos los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología de investigación y el estudio de caso. Se discute la relevancia de estos resultados en el contexto del problema que se está abordando y cómo se alinean con los objetivos de la investigación.

5.1. Resultados Experimentales

Se recolectaron 30 valores para cada indicador empleando diferentes técnicas estadísticas, y se muestran en la Tabla 4.

	I1: Tiempo de acceso al taller mecánico (seg)		**I2: Cantidad de búsqueda de Talleres por día (Talleres / día)**		**I3: Satisfacción del Cliente**	
N°	**PosPrueba de Gc**	**PosPrueba de Ge**	**PosPrueba de Gc**	**PosPrueba de Ge**	**PosPrueba de Gc**	**PosPrueba de Ge**
1	1999	542	1	4	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
2	2138	305	3	2	Totalmente en desacuerdo	Totalmente de acuerdo
3	1978	403	2	8	En desacuerdo	De acuerdo
4	1913	340	4	5	Indeciso	Totalmente de acuerdo
5	2273	561	1	8	En desacuerdo	De acuerdo

	I1: Tiempo de acceso al taller mecánico (seg)		I2: Cantidad de búsqueda de Talleres por día (Talleres / día)		I3: Satisfacción del Cliente	
N°	PosPrueba de Gc	PosPrueba de Ge	PosPrueba de Gc	PosPrueba de Ge	PosPrueba de Gc	PosPrueba de Ge
6	2157	401	3	10	Totalmente en desacuerdo	De acuerdo
7	1915	389	6	8	En desacuerdo	De acuerdo
8	2231	518	0	6	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
9	2251	417	2	4	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
10	1934	474	4	2	Indeciso	De acuerdo
11	2061	590	1	8	En desacuerdo	De acuerdo
12	2047	442	6	10	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
13	1927	450	0	8	Indeciso	Totalmente de acuerdo
14	2114	353	9	6	En desacuerdo	De acuerdo
15	2324	548	5	9	En desacuerdo	De acuerdo
16	2362	426	8	2	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
17	1873	503	4	6	Totalmente en desacuerdo	De acuerdo
18	2320	527	3	7	En desacuerdo	De acuerdo
19	1808	416	2	9	En desacuerdo	De acuerdo
20	2214	364	1	4	Totalmente en desacuerdo	De acuerdo
21	2020	377	6	3	En desacuerdo	De acuerdo
22	2169	473	4	7	Indeciso	Totalmente de acuerdo
23	2388	480	8	5	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
24	2281	505	7	1	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
25	2161	530	6	4	Totalmente en desacuerdo	De acuerdo
26	2400	599	4	3	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
27	2239	562	2	2	En desacuerdo	De acuerdo
28	1965	405	0	8	En desacuerdo	Totalmente de acuerdo
29	2075	563	1	4	Totalmente en desacuerdo	De acuerdo

	I1: Tiempo de acceso al taller mecánico (seg)		I2: Cantidad de búsqueda de Talleres por día (Talleres / día)		I3: Satisfacción del Cliente	
N°	**PosPrueba de Gc**	**PosPrueba de Ge**	**PosPrueba de Gc**	**PosPrueba de Ge**	**PosPrueba de Gc**	**PosPrueba de Ge**
30	2344	318	0	10	En desacuerdo	De acuerdo

Tabla 4 – Resultados de PosPrueba del Gc y Ge para los I1, I2, I3

5.2. Prueba de Normalidad

Esta prueba estadística es fundamental para evaluar la distribución de los datos y para determinar si se ajustan a una distribución normal, lo que es un supuesto básico en muchos análisis estadísticos (Ver Figura 5 y 6).

Pare el I1: Tiempo de acceso al taller mecánico

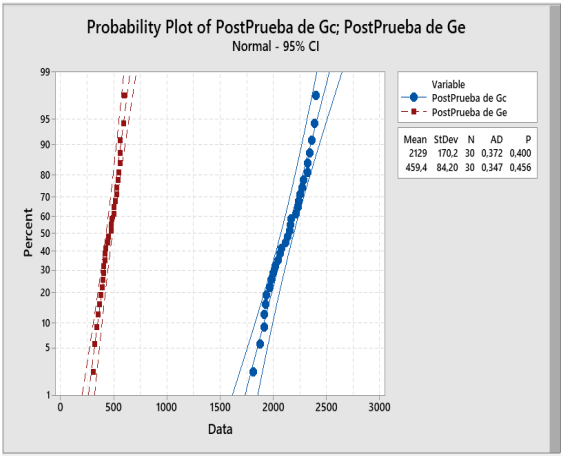


Figura 5 – Prueba de Normalidad Indicador 1

Pare el I2: Cantidad de búsquedas de talleres por día

Para los dos indicadores (I1, I2), el análisis arroja un valor de p que es mayor al nivel de significancia predefinido (α = 0.05). Los datos cumplen con la suposición de una distribución normal. Ante este hallazgo, optamos por emplear el test paramétrico t de Student para comprobar la hipótesis.

5.3. Discusión de Resultados

En esta sección, se realiza una interpretación detallada y un análisis crítico de los resultados obtenidos en el estudio. Los hallazgos son comparados con los objetivos e

hipótesis planteadas inicialmente, y se analiza el grado en que estos han sido alcanzados o refutados.

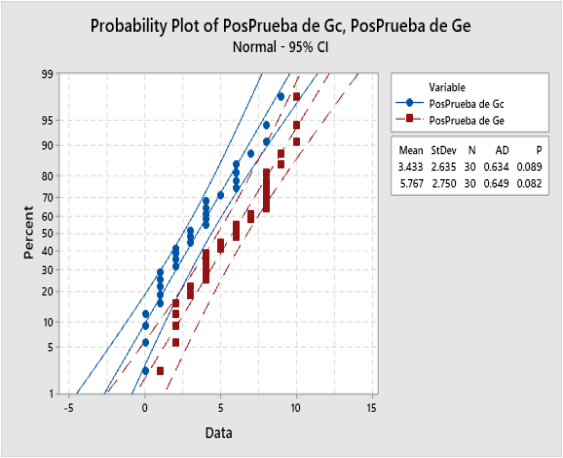


Figura 6 – Prueba de Normalidad Indicador 2

Estadística Descriptiva

Ahora se presenta los hallazgos del estudio utilizando herramientas de estadística descriptiva. Estos incluyen medidas de tendencia central (como la media, la mediana), dispersión (como la varianza, la desviación estándar y el valor p), y otros parámetros relevantes, según la naturaleza de los datos. (Ver la Tabla 5 y la Tabla 6 para más detalles).

Sample	n	Mean	StDev	AD	p-value
I1: PosPrueba (Gc)	30	15.06	185.8	0.644	0.084
I1: PosPrueba (Ge)		118.1	31.23	0.374	0.395
I2: PosPrueba (Gc)	30	2129	170.2	0.372	0.400
I2: PosPrueba (Ge)		459.4	84.02	0.347	0.456
I3: PosPrueba (Gc)	30	3.433	2.750	0.649	0.089
I3: PosPrueba (Ge)		5.767	2.750	0.649	0.082

Tabla 5 – Resultados de la Estadística Descriptiva con el Software Minitab

Los resultados de la prueba de normalidad “Anderson Darling” muestran que tanto el AD como el valor p superan a α (0.05), corroborando así la normalidad de los datos para el análisis. Asimismo, se constató que, con un nivel de confianza del 95%, tanto la

media como la desviación estándar reflejan una distribución normal en los datos de los indicadores.

Sample	n	Intervalos de confianza para la media	Kurtosis	Asimetría	Q3
I1: PosPrueba (Ge)	30	106.40 – 138.63	-1.13175	0.0363	145.50
I2: PosPrueba (Ge)	30	427.93 – 515.03	-1.08489	-0.08725	533
I3: PosPrueba (Ge)	30	4.73- 8.0	-1.24376	-0.04806	8

Tabla 6 – Resumen de Resultados para los indicadores

El análisis de cada indicador en la tabla demuestra que cerca del 95% de los valores se encuentran en un rango de dos desviaciones estándar de la media. La kurtosis indica la presencia de valores con picos pronunciadamente bajos. La asimetría refleja que predominan los valores más bajos. Adicionalmente, el tercer cuartil (Q3) señala que al menos el 75% de los valores es igual o menor a este punto.

Para el indicador I1: Los resultados encontrados se alinean con diversas investigaciones previas. Los autores Huarote et al. (2019), en "Optimización de ruta corta usando algoritmo genético generacional" evidenciaron un tiempo de procesamiento más corto en Ge (18.445 segundos) que en Gc (27.924) para 1000 ciudades. Similarmente, Rojas et al. (2021) lograron reducir el tiempo de acceso e identificación de canes callejeros con una aplicación móvil en Ge (618 segundos). Además, Lara et al. (2021), en su estudio sobre una aplicación móvil para geolocalizar médicos mediante Firebase y Google Maps, encontraron que el tiempo de acceso a la ubicación de un médico se redujo a 0.883 milisegundos. En concordancia los autores Martínez-Hernández et al. (2019) también obtuvieron resultados afines al minimizar el tiempo disponible en un 4.18% en la máquina CHS con la herramienta SMED.

Se puede inferir que la incorporación de la metodología Mobile-D en una aplicación móvil arroja resultados favorables, particularmente en la reducción de los tiempos de acceso al taller mecánico. Por tanto, existe la posibilidad de replicar su aplicación en otros sectores de la mecánica automotriz, así como en procesos de geolocalización y áreas ambientales.

Para el indicador I2: Los hallazgos coinciden con estudios previos que mostraron la eficacia de las aplicaciones móviles. Los autores Vicuña et al. (2021) constataron un incremento del 78.62% en las visitas guiadas a jardines botánicos de plantas medicinales; Miranda y Cruz (2019) determinaron un aumento del 25.7% de viajeros usando tecnología, subrayando la relevancia de las herramientas digitales. Similares descubrimientos se reportaron en Babativa et al. (2018), donde el uso de la app TwTaxi creció 23 veces, facilitando el control de cobros excesivos en taxis en Bogotá. Núñez et al. (2020) revelaron mejoras en el seguimiento de casos de Covid-19 con la ayuda de una aplicación móvil, incrementando su usabilidad. De la misma forma, Suchodolska y Senkus (2022) evidenciaron la mejora en la calidad de vida de pacientes de cáncer de mama en quimioterapia mediante una aplicación móvil de reporte y manejo de síntomas.

Se puede deducir que la implementación de una aplicación móvil, incorporando la metodología Mobile-D, produce resultados positivos, particularmente en el incremento de las búsquedas efectivas de talleres por parte de los clientes. Este hallazgo indica el potencial de la metodología para facilitar la localización eficiente de servicios.

Para el indicador I3: Nuestros hallazgos son consistentes con investigaciones previas que han demostrado cómo la tecnología mejora la satisfacción del cliente. El autor Moreno (2020) informó que la calidad del servicio de internet vio un incremento del 38% en la satisfacción del cliente. De manera similar, Aguirre y Andrade-Arenas (2022) reportaron un incremento del 75% en la satisfacción del usuario con una aplicación móvil que crea rutas alternativas para ciclistas. En el sector de la salud, Torres (2021) mostró un aumento en la satisfacción en el servicio de emergencia del hospital Fátima en un notable 94.8%. Finalmente, Ramírez-Asís et al. (2020) determinaron que las cajas municipales del Perú aumentaron la satisfacción del cliente en un 63.7%. Estos resultados ilustran el impacto positivo que la tecnología puede tener en diferentes sectores.

Desde esta perspectiva, la investigación integró los requisitos esenciales de los clientes mediante la utilización de una aplicación móvil y la incorporación de la metodología Mobile-D. Esta estrategia permitió mejorar la localización de talleres, lo que resultó en un incremento significativo en la satisfacción del cliente.

Con Estadística Inferencial: Prueba de Hipótesis

Las Tablas 7 y 8 presentan los resultados de la aplicación de pruebas estadísticas para la comprobación de las hipótesis.

Sample	n	Ho	t-value	p.value
I1: PosPrueba (Gc)	30	$\mu 1 < \mu 2$	48.17	0.000
I1: PosPrueba (Ge)				
I2: PosPrueba (Gc)	30	$\mu 1 < \mu 2$	-3.36	0.000
I2: PosPrueba (Ge)				

Tabla 7 – Contrastación de Hipótesis para los indicadores paramétricos

Sample	n	Ho	w-value	p.value
I3: PosPrueba (Gc)	30	$\mu 1 > \mu 2$	465	0.000
I3: PosPrueba (Ge)				

Tabla 8 – Contrastación de hipótesis para los indicadores no paramétricos

Dado que todos los valores de p son inferiores a α (0.05), los resultados proporcionan evidencia suficiente para descartar las hipótesis nulas (Ho), confirmando así las hipótesis alternativas. Por lo tanto, las pruebas resultaron ser significativas.

En el estudio titulado "Implementación de una aplicación Web y móvil para la gestión de movilización vehicular basado en metodología ágil utilizando servicios de Transferencia

de Estado Representacional", se aplicó la prueba t-Student a una muestra de 14 con un nivel de significación del 5%. Encontraron un valor p de 0.00002158, que es menor a α = 0,05. Sin embargo, en el presente artículo se obtuvo un valor p aún más reducido, específicamente de 0.000, superando así el rendimiento de la investigación mencionada (Pesantez et al., 2020).

6. Conclusiones

La implementación de una aplicación móvil para la búsqueda y acceso a talleres mecánicos demostró resultados prometedores, logrando una significativa reducción en el tiempo de búsqueda y acceso, así como un incremento en el número de visitas de clientes y en su grado de satisfacción, tal como se evidencia en la Tabla 4. Por tanto, el uso de aplicaciones móviles como herramienta para agilizar la localización y acceso a talleres mecánicos resulta efectivo. La metodología aplicada en esta investigación fue Mobile-D. Para el desarrollo de la solución se empleó Android Studio, y para la creación de aplicaciones de mapas web se utilizó Leaflet, una biblioteca JavaScript de código abierto. Con el fin de verificar las hipótesis, se utilizó el software Minitab y se aplicó la prueba t de Student.

En cuanto a futuras líneas de investigación, se recomienda buscar indicadores más apropiados para obtener información de tesis y artículos. También se sugiere desarrollar la aplicación móvil como multiplataforma y aprovechar Google Maps para mejorar la integración de las búsquedas.

Referencias

Aguirre, J. F. L. & Andrade-Arenas, L. (2022). Geolocation mobile application to create new routes for cyclists. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, 13(2).

Angarita, L. B., Duque, F. J. V., & Prieto, E. T. (2020). Aplicaciones Web y Móviles Orientadas al Turismo de Naturaleza: Una Revisión Sistemática de la Literatura. *Angarita, Leonardo Bermón; Duque, Francisco Javier Valencia; Prieto, Enrique Torres*, 36, 42-55.

Babativa Goyeneche, A. M., Briceño Novoa, P. D., Nieto Lemus, A. C., & Salazar Morales, O. (2018). Desarrollo ágil de una aplicación para dispositivos móviles. Caso de estudio: Taxímetro móvil. *Ingeniería*, 21(3), 260-275.

Caicedo, C. R., Toala, M. M., Murillo, L. R., Romero, M. I., Pilay, C. L., & Figueroa, G. L. (2020). Aplicación móvil para el fortalecimiento de capacidades Lógico – Matemáticas. *Revista ESPACIOS*, 41(23).

Castillo-Portales, R. A., Díaz-Nureña, R. J., Cieza-Mostacero, S. E., & Pacheco-Torres, J. F. (2022). Aplicación Móvil Multiplataforma Basado en Redes Neuronales para Mejorar el Aprendizaje del Lenguaje de Señas en una Oficina Municipal de Atención a las Personas con Discapacidad. *Memorias de la Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética*.

Huarote Zavala, R., Vega Luján, Y., Aradiel Castañeda, H., & Valverde Flores, J. (2019). Optimización de ruta corta usando algoritmo genético generacional. *Ciencia & Desarrollo*, (22), 50-57.

Jaramillo, M. A. P., Cumbicus, R. E. J., & Correa, P. C. Q. (2020). Aplicación móvil multiplataforma para la simular créditos bancarios mediante geolocalización. *Dominio las Cienc.*, 6(3), 327-341.

Katapally, T. R., Bhawra, J., & Patel, P. (2020). A systematic review of the evolution of GPS use in active living research: A state of the evidence for research, policy, and practice. *Health Place*, 66, 102453.

Lara, R. A. M., Sayago Heredia, J. P., & Macías, H. J. R. (2021). Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps. *Dominio las Cienc.*, 7(4), 161.

Maraza-Itomacedo, D., Ortiz-Mamani, W., Cornejo-Aparicio, V., Aedo-Lopez, M., & Collazos-Ordoñez, C. (2021). Construcción de un sistema para la evaluación de problemas matemáticos empleando geolocalización. *RISTI - Rev. Ibér. Sist. Tecnol. Inf.*, 46, 299-312.

Martinez, D., Ferre, X., Guerrero, G., & Juristo, N. (2020). An agile-based integrated framework for mobile application development considering ilities. *IEEE Access*, 8, 72461-72470.

Martínez-Hernández, J. C. PhD, Cruz-Solís, E. J. PhD, Garrido-Rosado, R. PhD, & Santiago-Escudero, A. PhD (2019). Reducción de tiempos de espera en el cambio de modelo mediante la aplicación de la herramienta SMED, un caso de estudio. *Revista de Ingeniería Industrial*, 21-29.

Miranda Zavala, A. M., & Cruz Estrada, I. (2019). Análisis del beneficio en el uso de los dispositivos móviles durante la experiencia del viajero en Tijuana, Baja California. *reg. soc.*, 31, e1251.

Molina Ríos, J. R., Honores Tapia, J. A., Pedreira-Souto, N., & Pardo León, H. P. (2021). Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles. *3C Tecnol._ Glosas innov. apl. pyme*, 10(2), 17-45.

Morato, J., Velázquez, P. Pérez, & Cuadrado, S. Sánchez (2020). Diseño de una aplicación móvil de bajo coste para redes de bibliotecas. *Ibersid*, 14(2), 49.

Moreno Cardenas, E. Y. (2020). Calidad del servicio de internet y satisfacción del cliente. *Ind. data*, 22(2), 105-116.

Núñez Miranda, C., Moreta Romero, J., Rivera Rodríguez, G., & Tisalema Lascano, J. (2020). Desarrollo de un aplicativo móvil para el control de contagiados de Covid-19 Mobile app development for the control of people infected by Covid-19. *Investigación y Desarrollo*, 13(1), 41.

Paniagua L., A., Bedoya R., D., & Mera, C. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *TecnoLógicas*, 23(48), 99-117.

Pesantez, D. F. A., Centeno, E. E. S., Cóndor, G. X. A., & Pesantez, L. M. A. (2020). Implementación de una aplicación Web y móvil para la gestión de movilización vehicular basado en metodología ágil utilizando servicios de Transferencia de Estado Representacional. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(6), 4-12.

Ramírez-Asís, E. H., Maguiña Palma, M. E., & Huerta-Soto, R. M. (2020). Actitud, satisfacción y lealtad de los clientes en las Cajas Municipales del Perú. *Retos*, 10(20), 329-343.

Rojas Miñan, M. S., Rodríguez Dávila, J. J., & Wong Portillo, L. R. (2021). Aplicativo móvil para la identificación de canes callejeros haciendo uso de reconocimiento de imágenes basado en aprendizaje automático. *Ing. Desarro.*, 39(1), 105-122.

Suchodolska, G. & Senkus, E. (2022). Mobile applications for early breast cancer chemotherapy-related symptoms reporting and management: A scoping review. *Cancer Treat. Rev.*, 105, 102364.

Torres Santillán, C. M. (2021). Nivel de Satisfacción de los usuarios atendidos en Emergencia del Hospital de Chachapoyas, marzo, 2019. *Rev. Cient. UNTRM Cienc. Soc. Humanid.*, 4(2), 58.

Vargas-Fandiño, J. C., Sandoval-Ramirez, J. J., & Vera-Rivera, F. H. (2020). Implementación de un repositorio para el catálogo, búsqueda y uso de componentes software reutilizables en el desarrollo de aplicaciones web. *Rev. UIS ing.*, 19(2), 11-20.

Vicuña Zevallos, W. W., Cabrera Meléndez, J., Silva Alarcón, J., & Segovia Meza, G. (2021). Visitas guiadas virtuales a los jardines botánicos de plantas medicinales 2021. *Bol. INS (línea)*, 27(11).

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/09/2023
Aceitação/Acceptance: 19/11/2023

Generación de variables aleatorias discretas atípicas a través del paquete CODAP para la toma de decisiones

Greivin Ramírez Arce[1]

gramirez@itcr.ac.cr

[1] Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, 159-7050, Cartago, Costa Rica.

Pages: 220-232

Resumen: Se simulan variables aleatorias discretas, mediante el paquete Common Online Data Analysis Platform (CODAP), que no siguen una distribución típica (binomial, geométrica, hipergeométrica, entre otras), del tal manera que permita tomar decisiones mediante el cálculo de probabilidades, a través de su frecuencia relativa en el proceso repetitivo de toma de muestras. Las técnicas empleadas, que permiten resolver problemas estocásticas a través de la simulación, serán de repetición-eliminación y eliminación-adición.

Palabras-clave: Simulación; muestreo; variables aleatorias discretas; CODAP; cálculo de probabilidades.

Generation of discrete random variable outliers through the CODAP package for decision making.

Abstract: Discrete random variables that do not follow a typical distribution (binomial, geometric, hypergeometric, among others) are simulated using the Common Online Data Analysis Platform package (CODAP), so that decisions can be made by calculating probabilities through their relative frequency in the repetitive sampling process. The techniques used, which allow solving stochastic problems through simulation, will be repetition-elimination and elimination-addition.

Keywords: Simulation; sampling; discrete random variables; CODAP; probability calculation.

1. Introducción

La generación de variables aleatorias discretas ocurre desde edades tempranas, en la mayoría de currículos de educación a nivel mundial, con juegos tradicionales como lanzamiento de dados o monedas; o bien extracción de bolas en cajas. Los resultados de estos experimentos de Bernoulli son fáciles de analizar por las pocas ocurrencias que tiene el espacio muestral; así que suelen ampliarse las posibilidad añadiendo un dado más al juego y definiendo la variable aleatoria como la suma de los puntos obtenidos en

las caras de los dados. O bien, se lanza una moneda equiprobable varias veces y se pide analizar las combinaciones que podrían darse tomando en cuenta la cantidad de caras obtenidas.

Si bien el concepto de variable aleatoria se formaliza un poco más tarde, los estudiantes ya han tenido un acercamiento, con sus gráficos ya sean en físico o con algún paquete digital, a las formas de las distribuciones de los resultados obtenidos. Estos experimentos generan variables aleatorias con rango finito y siguen una distribución conocida como suelen ser la uniforme, binomial, geométrica o hipergeométrica.

Pequeñas variaciones en las condiciones de los experimentos de Bernoulli, permiten construir variables aleatorias que siguen distribuciones distintas a las anteriores y que desde la generación del espacio muestral lleva al estudiante a procesos de pensamiento superior; e inclusive buscar la relación con otras áreas de la matemática; como lo proponen Calvo, et al. (2023) construyendo un dado con caras de números enteros -5, -3, -1, 2, 4 y 6; y formulando variables aleatorias como la suma, el producto, el máximo o la distancia de los resultados obtenidos al lanzar dos veces el dado.

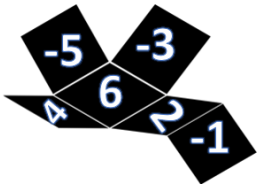


Figura 1 – Dado de enteros

La propuesta en este documento es variar las condiciones de los experimentos de Bernoulli para crear variables aleatorias discretas que siguen distribuciones atípicas y que en los procesos de simulación digital se deben utilizar estrategias adecuadas para el cálculo de probabilidades y la toma de decisiones. Esto se hará a través del paquete gratuito Common Online Data Analysis Platform (CODAP) que es de libre acceso, funciona en cualquier dispositivo con acceso a internet y es el más apropiado para la exploración dinámica de datos.

2. Marco teórico

Se describe el concepto de variable aleatoria discreta así como los términos y notación asociada a ella. Se justifica la importancia del uso de paquetes computacionales como CODAP para los procesos de simulación.

2.1. Sobre variables aleatorias discretas

Se dice que X es una variable aleatoria discreta (vad) si X es una variable aleatoria cuyo rango es finito o infinito numerable.

Por ejemplo, al lanzar dos dados de enteros, como el de la figura 1, y definir la vad X: suma de sus resultados de las caras, se genera el rango R_X={-10,-8,-6,-4,-3,-2,-1,1,3,4,5,6,8,12}

cuya construcción se puede realizar a partir del análisis básico de teoría de números como se muestra en la siguiente tabla:

	n=m=-2,-1,0	p=q=1,2,3	Suma	Genera
	Dado 1	Dado 2		
Dado 1	2n-1	2p	2(n+p)-1	Impar {-3,-1,1,3,5}
Dado 2	2m-1	2q		
Suma	2(n+m)-2	2(p+q)		
Genera	Par {-10,-8,-6,-4,-2}	Par {4,6,8,10,12}		

Tabla 1 – Generación de espacio muestral del resultado de lanzar dos dados

Gráficamente la distribución obtenida a partir de 1000 experimentos generados con el paquete CODAP es:

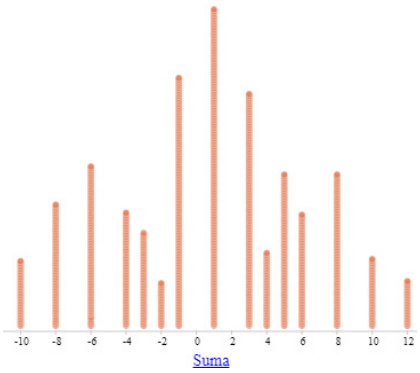


Figura 2 – Suma de resultados obtenidos al lanzar dos dados enteros

Sea X un vad con espacio muestral Ω y sea *P* una probabilidad sobre Ω. La función f_X: $R_X \rightarrow$ R definida por $f_X(m)=P(X=m)$ se llama función o distribución de probabilidad de la vad *X*.

En el ejemplo, la distribución de probabilidad de la vad *X* está dada por:

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{36} \text{ si } x = -10, -2, 4, 12 \\ \frac{1}{18} \text{ si } x = -8, -4, -3, 5, 6, 10 \\ \frac{1}{12} \text{ si } x = -6, 8 \\ \frac{1}{9} \text{ si } x = -1, 3 \\ \frac{1}{6} \text{ si } x = 1 \end{cases}$$

Figura 3 – Distribución de la vad *X*

Y su representación está dada por:

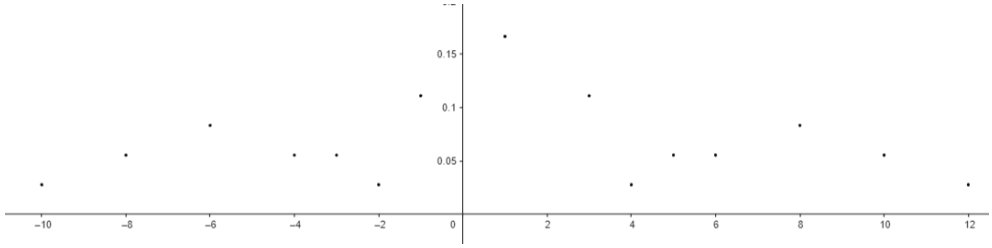


Figura 4 – Gráfico de f_X

La gráfica de esta función tiene eje de simetría en *x=1*. La esperanza y varianza de la vad *X* está dada por *E(X)=1* y *Var(X)=179/6*.

Distribuciones no tan simétricas se pueden encontrar en vad como el producto, la distancia y el máximo al lanzar dos dados enteros. Sin embargo, se puede determinar el rango de las vad con relativa facilidad al construir la tabla de los resultados al escribir todas las eventualidades del espacio muestral similares a la tabla 1.

El tipo de distribución que se genera en este documento requiere estrategias previas para comprender los rangos de las vad, en donde la simulación computacional será fundamental. Sarli et al. (2020) la describen como una herramienta de soporte a la toma de decisiones, desde el diseño de la distribución hasta el análisis de su comportamiento, llamado nivel operativo.

2.2. Sobre simulación con el uso de tecnología digital

El uso de paquetes estadísticos ha venido a ser fundamental en la formación de estudiantes para sus carreras de ingeniería, pues más tarde tendrán que utilizar estas herramientas en sus trabajos para la toma de decisiones diarias (Baumer et al., 2020; Tang, 2020). Paquetes como R (con RStudio como su interfaz gráfica), SPSS, SAS, Minitab, entre otros; han sido aceptados por estudiantes, en diversas investigaciones, por mejorar su productividad y entendimiento de conceptos complejos. Sin embargo, su uso eficaz requiere inicialmente en unos, un conocimiento amplio de comandos y programación; y en otros una secuencia ordenada de pasos para llegar a la solución de problemas (Verzani, 2008). Además no todos son de libre acceso (como también Fathom y TinkerPlots son de paga a pesar de ser especializados para la enseñanza de la Probabilidad y la Estadística).

La simulación, usando tecnología como estrategia pedagógica en el proceso repetitivo de toma de muestras, ha sido sugerido por muchos investigadores por facilitar la comprensión de conceptos abstractos (Ben-Zvi et.al, 2019; Lyford y Czekanski, 2020).

Existen aplicaciones basadas en la web como StatCrunch o CODAP que facilitan los procesos de simulación, el primero requiere un registro de usuario y el segundo es totalmente accesible. Inclusive Batanero et al. (2018), destacan la importancia de herramientas como CODAP para el manejo de datos y procesos de simulación en la

educación. Es traducible a más de 10 idiomas y compatible con diversos dispositivos, desde teléfonos hasta computadoras. La única necesidad es tener conexión a internet.

2.3. Sobre Common Online Data Analysis Platform (CODAP)

Es una plataforma de análisis de datos gratuita y de código abierto. Presenta una serie de características distintivas: permite elaborar diferentes representaciones de datos. Incluye una calculadora estadística para calcular medidas de tendencia central y variabilidad. El nivel de programación requerido es básico. La interfaz es intuitiva, con funciones de arrastrar y soltar de tal manera que los cambios realizados en un dato se reflejan automáticamente en todas sus representaciones. Cuenta con muchas bases de datos integradas. Está respaldado y financiado por la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos, lo que garantiza actualizaciones constantes y mejoras.

Desarrollado por The Concord Consortium (2019) entidad con más de 25 años de experiencia en la creación de recursos educativos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Su misión es promover la alfabetización de datos entre todos los estudiantes, facilitando la visualización y comprensión de conceptos abstractos. CODAP busca reducir cálculos complicados y transformar el formalismo matemático en conocimiento intuitivo. Se ha asociado con diversos actores educativos para diseñar características, actividades y materiales efectivos para el aprendizaje.

En esta propuesta será fundamental para los procesos de simulación en la repetición de experimentos, además permitirá diversas representaciones de la distribución de probabilidad de las vad construidas y se espera tomar decisiones respaldadas en datos mediante el cálculo de probabilidades.

3. Técnicas de simulación de vad

Se propone realizar las siguientes estrategias de simulación para los problemas planeados por Rodríguez y Ramírez (2015) que se hicieron en el paquete Excel, pero con las virtudes dinámicas ya expuestas de CODAP:

3.1. Repetición y eliminación

Dos bombillos defectuosos se mezclan con tres buenos (los bombillos en buen estado son indistinguibles de los defectuosos a simple vista). Se seleccionan uno a uno al azar y sin reposición hasta encontrar los dos defectuosos. Sea X el número de bombillos extraídos. Determine la función de probabilidad de X.



Figura 5 – Bombillos

La distribución de probabilidad de la vad *X* se asemeja a una distribución geométrica, debido a que hay que realizar experimentos hasta alcanzar la meta de obtener los dos bombillos defectuosos, sin embargo al realizar los experimentos de Bernoulli sin reposición, no cumple las condiciones de esta distribución.

Hay que simular la extracción repetidamente, sin reposición, hasta que ocurran los dos bombillos defectuosos, e ir eliminando los valores de rango aleatorio inicial que representan los bombillos según los resultados obtenidos. Por eso recibe el nombre de repetición y eliminación su técnica.

Los valores iniciales, 1 y 2 representan los bombillos defectuosos, mientras que 3, 4 y 5 representan los bombillos en buen estado. Una simulación, en CODAP, puede tener los siguientes pasos:

1. A un nuevo atributo “Bombillo 1” se le asigna la fórmula: *randomPick(1,2,3,4,5)* que genera un selección aleatoria equiprobable de un elemento del conjunto {1,2,3,4,5}.
2. Se crea otro atributo en la segunda columna “Bombillo 2” y se asigna:

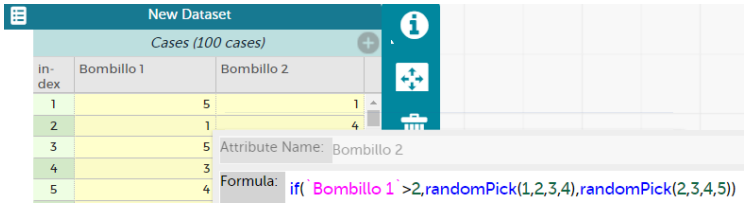


Figura 6 – Paso dos de simulación en CODAP

   Es aquí donde se muestra la técnica de eliminación (selección sin reposición), pues aunque los bombillos en cada estado son indistinguibles, si se obtiene un valor mayor que dos, entonces se sabe que como salió uno en buen estado, sin importar cuál sea (entre 3, 4 y 5), ahora lo que importará es que quedan dos bombillos defectuosos (el 1 y el 2) y dos buenos (se tomarán como el 3 y 4). En caso contrario, si sale algún valor entre 1 o 2, sabemos que se obtuvo uno defectuoso, así que sin importar cuál sea (1 o 2), lo que interesará es que queda sólo uno defectuoso (el 2) y los tres en buen estado (3, 4 y 5).

   Se generan 1000 casos para ver la simulación. Se puede realeatorizar en cualquier momento.
3. En el atributo “Bombillo 3” se define:

   En caso de que los dos primeros hayan sido defectuosos (menos que 3), entonces se asigna “F2” que significa que los bombillos defectuosos se obtuvieron en las dos primeras extracciones. En caso que sólo se haya obtenido un bombillo defectuoso en las dos primeras extracciones (por tanto uno bueno también), entonces se elige un aleatorio entre 2, 3 o 4, pues eliminamos cada extremo (uno bueno y uno malo), en caso contrario entonces quedarán dos defectuosos y uno bueno, por lo que se elige un aleatorio entre 1, 2 o 3.

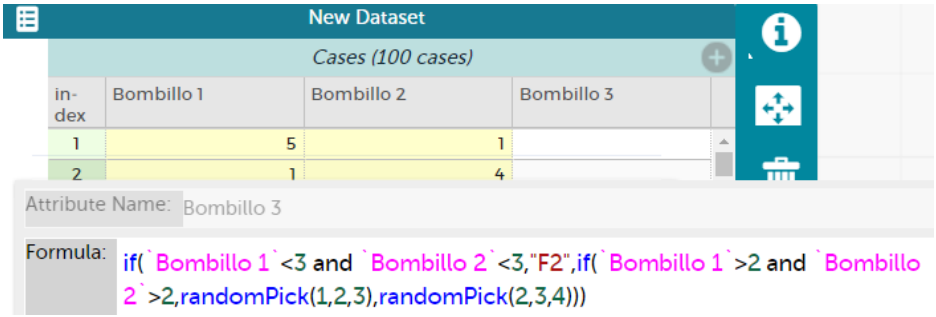


Figura 7 – Paso tres de simulación en CODAP

4. En el atributo “Bombillo 4” se asigna:

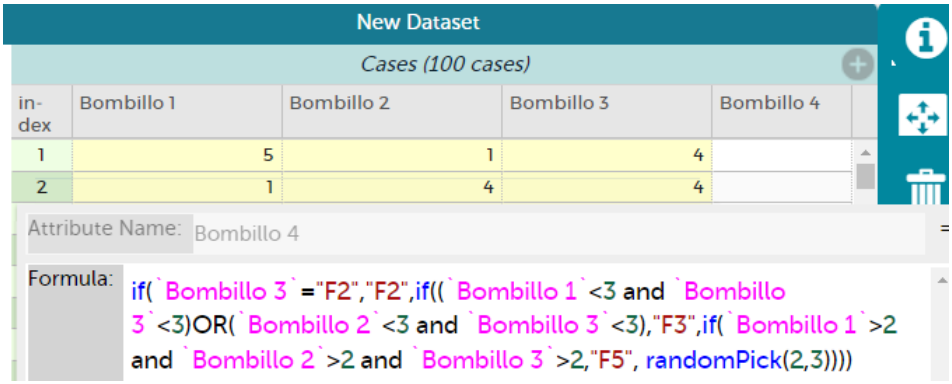


Figura 8 – Paso cuatro de simulación en CODAP

Se debe notar que en caso de que se haya obtenido los dos defectuosos en las dos primeras extracciones, entonces a esta condición se le sigue asignando “F2” con el objetivo de tener presente que con la segunda extracción se acabó el experimento.

5. Para el atributo “Bombillo 5” se define la fórmula:

   if(`Bombillo 4`=3,”F5”,if(`Bombillo 4`=2,”F4”,if(`Bombillo 4`=”F5”,”F5”,if(`Bombillo 4`=”F3”,”F3”,”F2”))))

6. Se grafica este atributo “Bombillo 5” para determinar el número de veces, de los 1000 experimentos, en los que se obtuvo los bombillos defectuosos en la segunda, tercera, cuarta o quinta selección.
7. Se grafica la distribución de probabilidad de la vad *X*

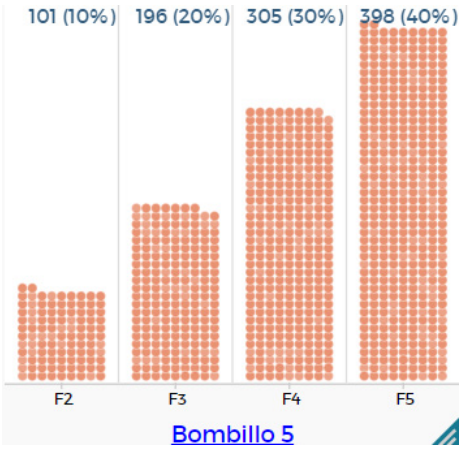


Figura 9 – Paso seis de simulación en CODAP

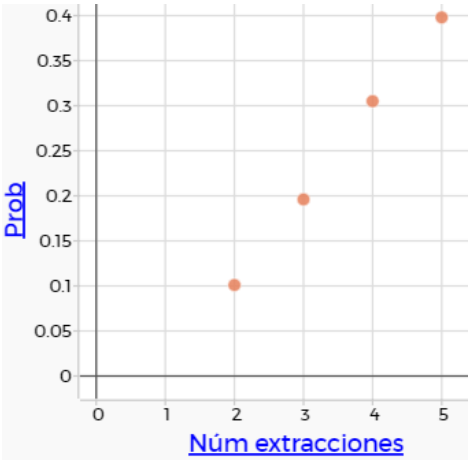


Figura 10 – Paso siete de simulación en CODAP

Solución teórica

El espacio muestral es

Ω={DD, BDD, DBD, DBBD, BDBD, BBDD, DBBBD, BDBBD, BBDBD, BBBDDD}, con D: defectuoso y B: bueno; y el rango de la vad *X* es R_X={2,3,4,5}.

Y la distribución de densidad que permite obtener la probabilidad de eventualidades está dada por:

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{10} \text{ si } x = 2 \\ \frac{1}{5} \text{ si } x = 3 \\ \frac{3}{10} \text{ si } x = 4 \\ \frac{2}{5} \text{ si } x = 5 \end{cases}$$

Figura 11 – Distribución de probabilidad de la vad *X*

3.2. Eliminación y adición

En una canasta se tienen 3 bolas azules y 3 bolas rojas. Se comienza a sacar bolas al azar sucesivamente bajo las siguientes reglas:

Regla 1. Si la bola extraída es roja no se devuelve a la canasta y se agrega una bola azul a la canasta.

Regla 2. Si la bola extraída es azul se termina la extracción.

Si *X* es la variable que representa el número de extracciones realizadas hasta obtener la primera bola azul. Determine la distribución de probabilidad de *X*.

Esta variable tampoco sigue una distribución típica, debido a que los experimentos de Bernoulli son con reposición según la regla 1 (y dependientes) y sin reposición según la regla 2.

En CODAP se van a tomar las bolas rojas como el conjunto de valores numéricos {1,2,3} y las bolas azules como {4,5,6}.

Si la bola extraída es roja en la primera extracción, del conjunto inicial {1,2,3,4,5,6} se elimina el primer elemento (bola roja) y se le agrega una bola azul, en este caso, se agrega el sucesor de último número del conjunto: 7 que fungirá con bola azul. En esto consiste la técnica de eliminación-adición. Si vuelve a ocurrir bola roja en la segunda extracción, entonces el conjunto {2,3,4,5,6,7} cambia a {3,4,5,6,7,8}. Y en un último caso, de la tercera a la cuarta extracción se tendría el conjunto {4,5,6,7,8,9}, donde se puede observar que es la última posibilidad de extracción, debido a que la canasta no tiene más bolas rojas, por lo que se obtendría una bola azul y por la regla 2; se termina la extracción. En la siguiente figura se muestra la estrategia explicada anteriormente:

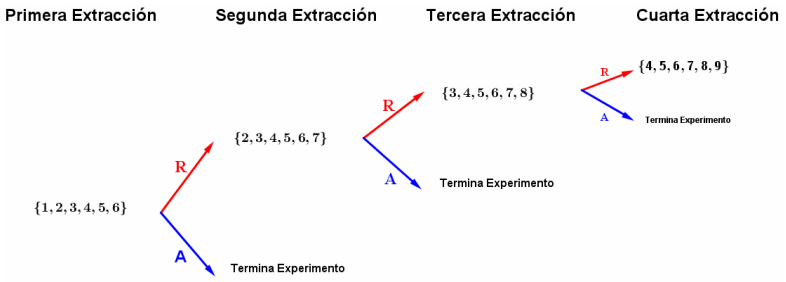


Figura 12 – Árbol de posibilidades de extracción

Una simulación puede tener los siguientes pasos:

1. Aun nuevo atributo "Extracción 1" se le asigna la fórmula: *randomPick(1,2,3,4,5,6)*
2. Se crea otro atributo en la segunda columna "Extracción 2" y se le asigna:

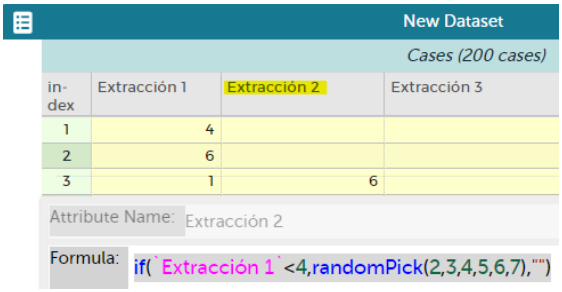


Figura 13 – Paso dos de simulación en CODAP

Se generan 1000 casos para ver la simulación. Se puede realeatorizar en cualquier momento.

3. En el atributo "Extracción 3" se define:

   if(`Extracción 2`<4,randomPick(3,4,5,6,7,8),"")
4. En el atributo "Extracción 4" se asigna:

   if(`Extracción 3`<4,randomPick(4,5,6,7,8,9),"")
5. Para determinar en cuál extracción se obtuvo la primera bola azul, en el atributo "Núm extracciones" se define:

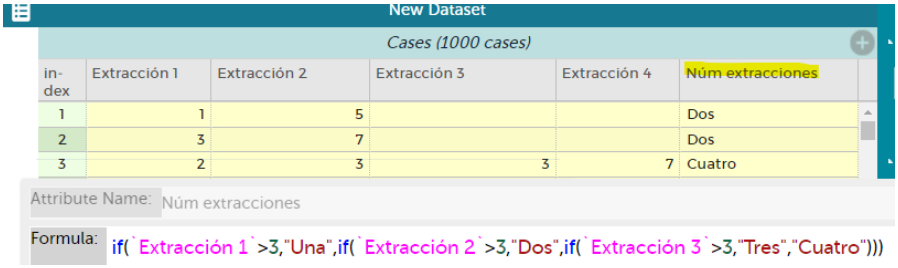


Figura 14 – Paso cinco de simulación en CODAP

6. Se grafica este atributo "Núm extracciones" para contabilizar, de los 1000 experimentos, el número de veces en los que la primera bola azul ocurrió en la primera, segunda, tercera o cuarta extracción.

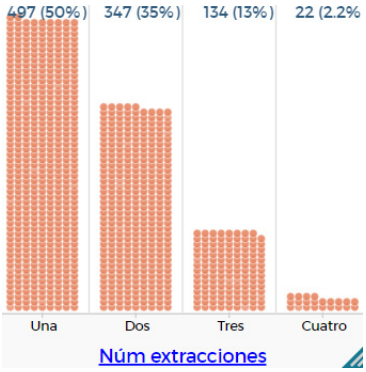


Figura 15 – Paso seis de simulación en CODAP

7. Se grafica la distribución de probabilidad de la vad *X*

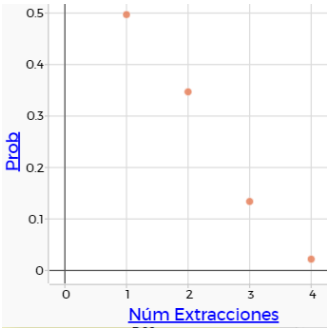


Figura 16 – Paso siete de simulación en CODAP

Solución teórica

El espacio muestral es

Ω={*A, RA, RRA, RRRA*} y el rango de la vad *X* es R_X={1,2,3,4}.

Y la distribución de probabilidad es:

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} \text{ si } x = 1 \\ \frac{1}{3} \text{ si } x = 2 \\ \frac{5}{36} \text{ si } x = 3 \\ \frac{1}{36} \text{ si } x = 4 \end{cases}$$

Figura 17 – Distribución de probabilidad de la vad *X*

4. Conclusiones

La simulación permite obtener el rango de las vad, facilita la ejecución múltiple, repetida y rápida de experimentos. Visualiza la forma de la distribución de la vad a través de la gráfica de todos los experimentos y permite la toma de decisiones para el cálculo de probabilidades.

El uso del paquete CODAP posee una curva rápida de aprendizaje, pues su interfaz gráfica es intuitiva. El uso de comandos es básico y hay retroalimentación inmediata en su implementación, ya que cambia de colores según sean fórmulas exclusivas del paquete (azul), atributos creados por el usuario (rosados), nuevas valores de usuario o bien bases de datos ya preestablecidas (café). Su dinamismo permite observar la variación de un dato en todas las representaciones que dependan de este.

La toma de decisiones, sobre qué eventos son más o menos probables, se puede dar respaldada en datos, mediante el proceso repetitivo de toma de muestras. Además, las diversas representaciones deberían ayudar a analizar cualitativamente y cuantitativamente la variabilidad de los datos.

Referencias

Batanero, C., Gea, M., Arteaga, P. y Ortiz, J.J. (2018). Conocimiento tecnológico sobre la correlación y regresión: un estudio exploratorio con futuros profesores. *Bolema*, 32(60), 134-155. http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a07

Baumer, B. S., Bray, A. P., Çetinkaya-Rundel, M., y Hardin, J. S. (2020) Teaching introductory statistics with DataCamp. Journal of Statistics Education, 28(1), 89–97. https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1730734

Ben-Zvi, D., Tabak, I. & Kali, Y. (2019). Technology-enhanced learning communities on a continuum between spontaneous and designed environments. In Y. Kali, A. Baram-Tsabary, and A. Schejter (Eds.), *Learning in a networked society: Spontaneous and designed technology enhanced learning communities* (pp. 25-37). Springer.

Calvo, C. Caelles, M., Blanca , R. y Torrallardona, M. (2023). Actividades ricas para ensino fundamental II: os processos matemáticos en sala de aula. *En memorias del IX Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM)*, (pp. 394-401). Akademy editora.

Lyford, A. y Czekanski, M. (2020). Teaching students to estimate complex probabilities of board game events through simulations. *Teaching Statistics,* 42(3), 117-125. https://doi.org/10.1111/test.12235

Ramírez, G. y Rodríguez, K. (2015). Simulación de variables aleatorias discretas utilizando Excel. *Educación Matemática en las Américas 2015*, (pp. 346-357). Comité Interamericano de Educación Matemática.

Sarli, J. Blas, M. & Gonnet, S. (2020). Nuevos Aportes de las Tecnologías de Información para el Desarrollo de Simulación Distribuida. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (37), 65-81. https://doi.org/10.17013/risti.37.65-81

Tang, M. (2020). A simple introduction to programming and statistics with decision trees in R. *Teaching Statistics*, 42(2), 36–40. https://doi.org/10.1111/test.12210

The Concord Consortium. (2019). CODAP [Software]. Recuperado de https://codap.concord.org/

Verzani, J. (2008). Using R in introductory statistics courses with the pmg graphical user interface. *Journal of Statistics Education*, 16(1). https://doi.org/10.1080/10691898.2008.11889558

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 15/07/2023
Aceitação/Acceptance: 05/10/2023

Influencia de los videojuegos en la actividad física: Una revisión sistemática de la literatura

Kevin R. Pinillos-Medina[1], Segundo E. Cieza-Mostacero[1], Milagros J. Rodríguez-Peña[1]

kpinillosm@ucvvirtual.edu.pe; scieza@ucv.edu.pe; mrodriguezp@ucv.edu.pe

[1] Grupo de Investigación Tendencia e Innovación en Ingeniería de Sistemas-Trujillo, Universidad César Vallejo, Trujillo, La Libertad 13001, Perú.

Pages: 233-244

Resumen: Este artículo tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura de los videojuegos en la actividad física, donde se seleccionaron 20 artículos de 472 que estuvieron en SCOPUS, MDPI, Primo Discovery y Taylon & Francis Online encontrándose que los videojuegos influyen en la mejora de la coordinación motora correspondiente a la actividad física (30%), además se identificó que el mejor género para la actividad física es Exergames/Activos de un 30% de los artículos revisados, con respecto a los beneficios se encontró que los videojuegos promueven el trabajo de equipo con un 60% y por ultimo se determinó que los videojuegos accesibles y fáciles de usar para promover la actividad física son nuevamente los Exergames/Activos con un 30%. Se concluyó en que los videojuegos influyen positivamente en la actividad física según tres de cuatro preguntas, apreciándose mayor porcentaje respecto sobre quienes no mencionaron nada, mostrando beneficios, influencia y accesibilidad.

Palabras-clave: Videojuego; Influencia Social; Deporte; Ser Humano; Actividad de tiempo libre

Systematic Review: Influence of video games on physical activity

Abstract: This article aimed to conduct a systematic literature review of video games in physical activity, where 20 articles were selected from 472 that were in SCOPUS, MDPI, Primo Discovery and Taylon & Francis Online, finding that video games influence the improvement of motor coordination corresponding to physical activity (30%), In addition, it was identified that the best genre for physical activity is Exergames/Active with 30% of the articles reviewed, with respect to the benefits it was found that video games promote teamwork with 60% and finally it was determined that the accessible and easy to use video games to promote physical activity are again Exergames/Active with 30%. It was concluded that video games have a positive influence on physical activity according to three out of four questions, with a higher percentage compared to those who did not mention anything, showing benefits, influence and accessibility.

Keywords: Video game; Social Influence; Sports; Human Being; Leisure time activity

1. Introducción

La pandemia de COVID-19 tuvo un impacto significativo en muchas áreas de la vida cotidiana, tales como la educación, empleo, vida social, viajes y turismo, y sobre todo la salud en las personas que a su vez incluye la actividad física en ellas, debido a las limitaciones de oportunidades para realizar actividades físicas como el cierre de instalaciones deportivas, gimnasios y parques, el uso de tecnologías digitales ha experimentado un aumento considerable. Para los autores Shahidi *et al.* (2020), la pandemia tuvo un impacto negativo en la actividad física de las personas que pusieron ciertas restricciones impuestas, como la clausura de instalaciones deportivas y recreativas tanto en interiores como exteriores que han limitado la posibilidad de realizar actividad física en personas de todas las edades. Como resultado, se ha observado un aumento en el tiempo dedicado a actividades en línea, como el trabajo, el ocio y las compras.

Si bien el virus del SARS-CoV-2 afectó fuertemente a la actividad física en las personas, debido al cierre de instalaciones ya mencionadas las cuales limitaron la posibilidad de realizar actividades físicas, ha llevado a un aumento en el tiempo dedicado a actividades en línea, así mismo, se han surgido opciones tales como los videojuegos siendo estos una opción atractiva para mantener la actividad física en un entorno virtual. El autor Castro (2021) definió "videojuego" como una palabra compuesta que tiene sus raíces etimológicas en el verbo latino "video", vides, videre, que se traduce como "ver", en su estudio se refirió a esta palabra en relación a la señal de video, a veces abreviándola como "el video" o "la video". De acuerdo con su análisis, un videojuego implicaba el uso de tecnología para captar, grabar, procesar, almacenar, transmitir y reconstruir secuencias de imágenes en movimiento, ya sea mediante medios electrónicos, digitales o analógicos, por último, el término "juego" completó el concepto de videojuego, originado en la palabra latina "iocus", que significaba "broma" que desde su perspectiva, se determinó que un juego era una actividad realizada por seres humanos, involucrando el desarrollo tanto mental como físico, con el propósito de brindar entretenimiento, diversión y aprendizaje.

En línea con la creciente exploración de las tecnologías digitales, se observó un interés creciente en el uso de videojuegos como herramientas prometedoras para mejorar el proceso de aprendizaje en diversas áreas, en particular, en el ámbito de la formación médica, estos videojuegos han demostrado su capacidad para ofrecer un entorno interactivo y estimulante, facilitando el aprendizaje mediante la incorporación de elementos lúdicos; para el 2022 la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió la actividad física (AF) como "cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía", esto incluyó actividades realizadas en el trabajo, durante el juego, al viajar, así como tareas domésticas y recreativas (Saldías-Fernández *et al.,* 2022).

Se examinaron los efectos del uso de videojuegos activos en adultos jóvenes en relación a sus niveles de actividad física, utilizando de población a personas sanas de 19 a 25 años que fueron utilizados como sujetos en los diferentes estudios analizados, por otro lado los instrumentos de medición más comunes que incluyeron fueron la frecuencia cardíaca máxima, el cuestionario de actividad física (PAR-Q), acelerómetros y los equivalentes metabólicos (MET); los resultados principales mostraron un efecto positivo del uso de videojuegos activos en los niveles de actividad física, evidenciado por un aumento

significativo en la actividad física moderada a vigorosa (MVPA) (P<0.001) además, se observó un impacto positivo en otros aspectos, como el consumo metabólico, el consumo de oxígeno y la modificación de la frecuencia cardíaca, lo que indica que el uso de videojuegos activos influye en el nivel de actividad física de los individuos (P<0.001). Estos hallazgos sugieren que el uso de videojuegos activos tiene un impacto significativo en los niveles de actividad física de los adultos jóvenes, así mismo, se encontró que las intervenciones con videojuegos activos son más efectivas cuando involucran la participación corporal global y tienen una duración promedio de 30 minutos, y también se recomendó utilizar métodos subjetivos y objetivos para medir la actividad física, aunque en este estudio se utilizó principalmente cuestionarios que los participantes completaron por sí mismos (Hoyos *et al.,* 2022).

Se obtuvo información sobre, cuándo y por qué las intervenciones de videojuegos activos (AVG, por sus siglas en inglés) a largo plazo son más o menos exitosas para lograr aumentos sostenidos en la actividad física, especialmente en el ámbito de la salud pública, donde revisaron seis bases de datos (PubMed, PsycINFO, SPORTDiscus, MEDLINE, Web of Science y Google Scholar) hasta el 31 de diciembre de 2020, donde en su inclusión, los ensayos controlados aleatorios debían presentar de manera destacada (>50% de la intervención) la tecnología AVG, involucrar exposición repetida a AVG y buscar cambios en el comportamiento de la actividad física. Se identificaron un total de 25 estudios publicados en inglés entre 1996 y 2020, de los cuales 19 proporcionaron datos suficientes para su inclusión en el metanálisis. Los principales hallazgos fueron consistentes en todos los análisis de subgrupos, la comparación entre los grupos de tipo de evaluación de la actividad física mostró un efecto moderado para las medidas objetivas y un efecto pequeño para las medidas subjetivas, pero sin diferencia significativa entre los grupos (P=.13). Finalmente, no hubo diferencias significativas entre los grupos (P=.29). Se concluyó en que los AVG representan una herramienta prometedora para promover la actividad física entre la población general y las subpoblaciones clínicas, además, se detectaron variabilidades significativas en la calidad de los AVG, el diseño del estudio y su impacto (Moller *et al*., 2022).

La presente revisión sistemática de la literatura se centra en analizar la influencia de los videojuegos en la actividad física, hará llevar a cabo este estudio, se siguió una estructura compuesta por diferentes secciones: introducción, trabajos previos relacionados, resultados obtenidos y discusiones generadas. Por último, se presentarán las conclusiones extraídas de este análisis exhaustivo, así como también se plantearán posibles direcciones para futuras investigaciones en este campo. El objetivo principal de esta revisión es identificar la influencia que los videojuegos pueden tener en la actividad física, brindando así un panorama completo y actualizado sobre este tema de creciente importancia.

2. Trabajos relacionados

En tanto a las trabajos relacionados se obtuvo primeramente a los autores Brauner & Ziefle (2020), en su investigación titulada "*Serious Motion-Based Exercise Games for Older Adults: Evaluation of Usability, Performance, and Pain Mitigation*", la cual tuvo como objetivo principal examinar la aceptación de los videojuegos para promover la salud física en entornos de Vida Asistida en el Entorno (VAE). Dado que los entornos

de VAE están diseñados específicamente para apoyar la vida independiente de los adultos mayores, se estudió la relación entre la edad y la diversidad de los usuarios, el rendimiento en el juego y la evaluación general de usabilidad y aceptación. Se desarrolló un videojuego de ejercicios basado en el movimiento para entornos prototípicos de VAE. En dos evaluaciones, fuera (n=71) y dentro (n=64) del entorno de VAE, se investigó la influencia de la edad, el género, la autoeficacia en la interacción con la tecnología, la evaluación de usabilidad del juego y la aceptación general. Ambos juegos fueron evaluados como fáciles de usar y divertidos de jugar. Ambas intervenciones de juego tuvieron un fuerte efecto mitigador del dolor en los adultos mayores (juego 1: −55%, P=.002; juego 2: −66%, P=.01). En conclusión, videojuegos de ejercicio tanto fuera como dentro de los entornos de VAE pueden contribuir a la salud y bienestar de las personas y a la estabilidad de los sistemas de atención médica.

Como segundo trabajo se tuvo la investigación de los autores Simmich *et al.* (2021) en su investigación titulada *"A Co-Designed Active Video Game for Physical Activity Promotion in People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Pilot Trial"* teniendo como objetivo principal evaluar la viabilidad de un juego móvil co-diseñado mediante el examen del uso del juego. Los participantes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) que formaron parte del co-diseño del videojuego activo (n = 9) actuaron como grupo experimental, pasando 3 semanas probando el juego que ayudaron a desarrollar. Se compararon los pasos diarios y la Actividad Física Moderada a Vigorosa (AFMV) con un grupo de control (n = 9) de participantes que no co-diseñaron ni probaron el juego, teniendo como resultados que la mayoría de los participantes (8/9, 89%) se involucraron con el juego después de descargarlo. Los participantes utilizaron el juego para registrar actividad física en el 58,6% (82/141) de los días en que el juego estuvo disponible. Las puntuaciones más altas en el Inventario de Motivación Intrínseca se observaron en la subescala de valor y utilidad, con una media de 6,38 (DE 0,6). El cumplimiento de usar el Fitbit fue alto, para los participantes de ambos grupos registraron pasos en más del 80% de los días. El uso del juego se correlacionó positivamente con los cambios en los pasos diarios, pero no con la AFMV. Entonces se concluyó que la aplicación móvil co-diseñada muestra promesa como intervención y debe evaluarse en un ensayo a mayor escala en esta población.

Y por último como tercera investigación, los autores Comeras-Chueca *et al.* (2022) en su investigación titulada *"Effect of an Active Video Game Intervention Combined With Multicomponent Exercise for Cardiorespiratory Fitness in Children With Overweight and Obesity: Randomized Controlled Trial"* tuvo como objetivo principal investigar los efectos de una intervención con videojuegos activos (AVGs) combinada con entrenamiento multicomponente en la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) a intensidades máximas y submáximas en niños con sobrepeso u obesidad. Se reclutaron 28 niños (13 niñas y 15 niños) de 9 a 11 años con sobrepeso u obesidad de centros médicos y se dividieron en 2 grupos. Como resultado se obtuvo que el grupo de AVG mostró una disminución significativa en la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno para las mismas intensidades en las etapas submáximas de la prueba máxima en la caminadora. Por último, se concluyó que una intervención de 5 meses con AVG combinada con ejercicio multicomponente tuvo efectos positivos en la ACR a intensidad submáxima, mostrando una frecuencia cardíaca y un consumo de oxígeno inferiores en las mismas intensidades.

3. Método de revisión

En este enfoque metodológico se desarrollaron preguntas de investigación, estrategias de búsqueda, criterios de selección, métodos de estudio, evaluación de calidad, extracción y síntesis de datos. Como parte de este enfoque utilizado se basó en las directrices propuestas por los autores Kitchenham & Charters (2007), cuyo enfoque de investigación se centra en la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL). La RSL se concibe como un estudio exhaustivo que tiene como objetivo mapear, analizar críticamente, sintetizar y consolidar las conclusiones de investigaciones primarias relacionadas con un tema específico. Esta metodología se ha convertido en un estándar para obtener respuestas basadas en investigaciones previas destacadas, buscando así reducir la brecha existente entre los estudios anteriores y posteriores, y proporcionar una síntesis informada y un marco de investigación. Se han obtenido un total de 20 artículos de un total de 472 artículos revisados después de aplicar los criterios de selección.

3.1. Método de revisión

Para la revisión sistemática se formuló las siguientes preguntas de investigación (RQ).

- RQ1 ¿Cómo influyen los videojuegos en la actividad física?
- RQ2 ¿Cuál es el mejor género de videojuegos para la actividad física?
- RQ3 ¿Qué beneficios pueden dar los videojuegos en la actividad física?
- RQ4 ¿Qué tipos de videojuegos son más accesibles y fáciles de usar para promover la actividad física?

3.2. Secciones y subsecciones

Los datos utilizados en esta revisión sistemática se obtuvieron de múltiples fuentes de información, tales como PRIMO DISCOVERY donde se encontraron 1160 artículos relacionados con la palabra “videojuego” antes de aplicar el filtro de búsqueda, Taylor & Francisc Online, IEEE XPLORE, SCOPUS y ACM Digital Library, para estas bibliotecas electrónicas fueron empleadas para llevar a cabo una búsqueda exhaustiva, utilizando términos clave como videojuego, actividad física, con el fin de recolectar información relevante y completa, y se usó para la búsqueda “Videojuego” y en inglés “Videogame”, y para el caso de “Actividad Física” y para inglés “Physical activity”. En la Tabla 1, se presentan las ecuaciones de búsqueda específicas para cada fuente, así como el número de resultados obtenidos en cada una de ellas. Puedes observarlas en este enlace: https://goo.su/UNtC.

Fuente	Ecuación de búsqueda	Número
1. Primo discovery	“Videojuego”	1160
	“Videojuego” or “Videogame” AND “Actividad Física” or “Physical Activity”	15
2. Taylor & Francis Online	“Videojuego” or “Videogame” AND “Actividad Física” or “Physical Activity”	3
3. Ieeexplore	“Videojuego” or “Videogame” AND “Actividad Física” or “Physical Activity”	21

Fuente	Ecuación de búsqueda	Número
4. Scopus	"Videojuego" or "Videogame" AND "Actividad Física" or "Physical Activity"	248
5. ACM Digital Library	"Videojuego" or "Videogame" AND "Actividad Física" or "Physical Activity"	56
6. MDPI	"Videojuego" or "Videogame" AND "Actividad Física" or "Physical Activity"	129
	Total	**472**

Tabla 1 – Matriz consolidada del número de resultados por fuente

3.3. Criterios de selección

Durante el proceso, se tuvo como objetivo la selección exclusiva de estudios pertinentes para su investigación. Para lograr esto, se aplicaron criterios de exclusión específicos con el fin de obtener resultados adecuados en cada búsqueda realizada en las bibliotecas electrónicas mencionadas anteriormente. Estos criterios fueron cuidadosamente considerados y aplicados en cada consulta para asegurar la relevancia de los estudios seleccionados.

- CE1: Los artículos publicados entre los años 2020-2023.
- CE2: Los artículos que no mencionaron como los videojuegos influyeron en la actividad física.
- CE3: Los artículos que no están escritos en el idioma español o inglés.
- CE4: Los artículos que no mencionan el tema de la actividad física.
- CE5: Los artículos que no están en texto completo.

3.4. Selección de estudios

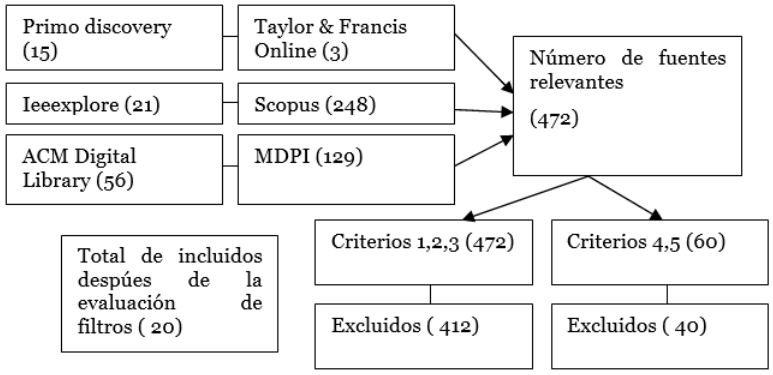


Figura 1 – Consolidado del número de resultados al aplicar criterios de exclusión

Después de aplicar los criterios de exclusión, se seleccionó un total de 20 investigaciones. Estas investigaciones cumplieron con los siguientes requisitos: fueron redactadas en inglés o español, tenían una antigüedad menor a 4 años, contaban con texto completo, no abordaban el tema de la actividad física ni mencionaban los beneficios de los videojuegos en dicha actividad. Además, tanto el título como las palabras clave eran altamente destacables, el resumen era relevante y los artículos estaban relacionados con el tema. Los resultados obtenidos después de aplicar los filtros establecidos se pueden observar en la Figura 1, y los puedes observar aquí: https://goo.su/zWGKxR.

3.5. Evaluación de calidad

Con respecto a los 20 estudios obtenidos se aplicaron los siguientes criterios de calidad (QA) que luego terminaron quedando los mismos 20.

QA1: ¿En el estudio se obtuvo un resumen relevante?

QA2: ¿El fin del estudio estuvo correctamente fundamentado?

QA3: ¿El estudio fue de gran aporte para el desarrollo de la investigación?

3.6. Estrategias de recolección de datos

Se emplearon los 20 estudios de investigación consultados para obtener los datos para esta revisión sistemática, y se utilizó el programa informático Zotero para organizar las publicaciones consultadas para la extracción de información, citación y bibliografía.

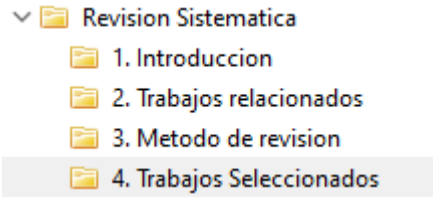


Figura 2 – Colecciones de fuentes de búsqueda en Zotero

3.7. Síntesis de Hallazgos

Después de la extracción de datos, se llevó a cabo un análisis exhaustivo para abordar cada una de las preguntas de investigación planteadas. Para RQ1, se exploró el impacto de los videojuegos en la actividad física, examinando cómo influyen en ella. En RQ2, se investigó cuál es el género de videojuegos más adecuado para promover la actividad física de manera efectiva. RQ3 se enfocó en identificar los beneficios específicos que los videojuegos pueden proporcionar en el ámbito de la actividad física. En RQ4, se analizaron los tipos de videojuegos que son más accesibles y fáciles de usar, con el objetivo de impulsar y fomentar la participación en actividades físicas.

4. Resultados y discusiones

4.1. Panorama general de los estudios

En tanto a los porcentajes de las fuentes de búsqueda se observó que la fuente más importante para esta revisión sistemática fue SCOPUS con 15 artículos (37.5%), en segundo lugar, MDPI con 12 repeticiones (30%), para el tercer lugar Primo Discovery con 10 repeticiones (25%) y en último lugar Taylon & Francis Online con 3 repeticiones (7.5%).

Fuente	Porcentaje (%)
SCOPUS	37.5
MDPI	30
Primo Discovery	25
Taylon & Francis Online	7.5
Total	**100**

Tabla 2 – Porcentaje de artículos por fuente de búsqueda

4.2. Respuestas a las preguntas de investigación

RQ1 ¿Cómo influyen los videojuegos en la actividad física?

Se encontró que el 30% de los artículos mencionaron la influencia en la mejora de la coordinación motora y 40% de artículos no mencionaron la influencia de los videojuegos en la actividad física, todo lo antes mencionado se puede apreciar en la tabla 3.

Influencia	Porcentaje (%)
Mejora en la coordinación motora	30
Estímulo para el ejercicio real	20
Fomento de la socialización	10
No mencionan	40

Tabla 3 – Influencia de los videojuegos

Las investigaciones muestran que los videojuegos activos pueden tener efectos favorables en términos de actividad física. Se ha observado un aumento del gasto energético y de la capacidad cardiorrespiratoria, así como reducciones del índice de masa corporal y del peso. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la respuesta al gasto energético puede variar entre individuos, especialmente entre jóvenes obesos y jóvenes delgados y sanos (Azócar-Gallardo & Ojeda-Aravena, 2021).

RQ2 ¿Cuál es el mejor género de videojuegos para la actividad física?

En la tabla 4, se identificó que el género de videojuegos mas relevantes para la actividad física fueron Exergames/Activos con un 30% de los artículos que se investigó, seguido

del género deportes y baile con un 10% y 5% respectivamente, finalmente un 55% no lo específico.

Género de videojuegos	Porcentaje (%)
Exergames/Activos	30
Deportes	10
Baile	5
No específica	55

Tabla 4 – Géneros mencionados en los artículos seleccionados

Un estudio elaborado por los autores Hernandez-Martínez *et al.* (2022) se centró en el uso de exergames(EG) activos en mujeres mayores donde mencionó que se utilizaron EG atléticos, de tenis de mesa y bolos en el programa de entrenamiento y se concluyó en que el entrenamiento de exergames mejora el rendimiento funcional físico en mujeres mayores.

Q3 ¿Qué beneficios pueden dar los videojuegos en la actividad física?

En la tabla 5, se encontró que un gran porcentaje (60%) de los artículos concordó en que un beneficio de los videojuegos en la actividad física es que promueve el trabajo en equipo, y que, por otro lado, para un mismo porcentaje (10%) de ambos resaltaron que hay una mayor conciencia corporal y fomenta la actividad cardiovascular, finalmente el porcentaje restante (20%) no hablo de beneficios.

Beneficio	Porcentaje (%)
Promoción del trabajo en equipo	60
Mayor conciencia corporal	10
Fomento de la actividad cardiovascular	10
No mencionan	20

Tabla 5 – Beneficios de los videojuegos

Los videojuegos pueden ofrecer una experiencia de ejercicio más interactiva y envolvente, al usar estas utilizar tecnologías como el sistema Kinect, los jugadores pueden moverse y participar activamente en el juego; otro beneficio de los videojuegos en la actividad física es la posibilidad de realizar ejercicios en grupo, al participar en un programa de videojuegos en grupo, los individuos pueden experimentar un sentido de comunidad y camaradería, así como también la interacción social y el apoyo mutuo entre los participantes pueden brindar un ambiente de apoyo y motivación adicional para mantenerse activo (Dobbins *et al.*, 2020).

RQ4 ¿Qué tipos de videojuegos son más accesibles y fáciles de usar para promover la actividad física?

Se encontró que los videojuegos mas accesibles y fáciles de usar son exergames con 6 (30%) menciones, fitness ocupo 3 (15%) menciones, por otro lado, dispositivos

de pantalla táctil fueron 2 (10%) menciones y por últimos los 9 (45%) restantes no mencionaron nada acerca de la pregunta planteada, todo lo antes mencionado se puede apreciar en la tabla 6.

Tipo de videojuego	Porcentaje (%)
Exergames/Activos	30
Fitness	15
Dispositivos de pantalla táctil	10
No menciona	45

Tabla 6 – Tipos de videojuegos mencionados en los artículos seleccionados

Los videojuegos que son más accesibles y fáciles de usar para promover la actividad física son aquellos que implican un esfuerzo físico y se consideran una forma de ejercicio. Un ejemplo destacado es Pokémon GO, un juego para teléfonos inteligentes en el que los jugadores deben caminar para alcanzar los objetivos del juego, este estudio analizó la cantidad de actividad física realizada, las percepciones de mejora en las habilidades de orientación espacial, la socialización, el conocimiento de nuevos lugares urbanos y el ambiente natural. Los resultados mostraron diferencias significativas en cuanto a los días por semana y el tiempo diario dedicado a caminar antes y después de comenzar a jugar Pokémon GO, y también se observaron percepciones de mejora en las habilidades de orientación espacial, la socialización y la visita a nuevos lugares de interés tanto en la ciudad como en el entorno natural (Vergara-Torres *et al.*, 2020).

5. Conclusiones

Se concluyó en que los videojuegos activos pueden tener un impacto positivo en la actividad física, estas investigaciones han demostrado que el uso de videojuegos activos está asociado con un aumento del gasto energético y la capacidad cardiorrespiratoria, así como con reducciones en el índice de masa corporal y el peso corporal, sin embargo, es importante destacar que la respuesta al gasto energético puede variar entre individuos, especialmente entre jóvenes obesos y jóvenes delgados y sanos, estos resultados sugieren que los videojuegos activos podrían ser una herramienta útil para fomentar la actividad física, pero se debe considerar la diversidad de los usuarios al diseñar intervenciones basadas en este tipo de juegos, y finalmente se obtuvieron datos donde para un 30% hay una mejora en la coordinación motora, para un 20% es un estímulo para el ejercicio real y para el 10% fomento de la socialización.

Además, se llegó a una conclusión de que los exergames/activos obtuvieron el mayor porcentaje de menciones (30%) como género de videojuegos recomendado para la actividad física, aunque también se mencionaron los géneros de deportes (10%) y baile (5%), es importante destacar que un porcentaje considerable (55%) no especificó un género específico, lo cual indica que no mencionaron exactamente cuál era el mejor género de videojuegos para la actividad física.

Por otro lado, los videojuegos en la actividad física ofrecen una experiencia interactiva y divertida, promoviendo la participación activa, la motivación y el apoyo mutuo.

Además de los beneficios físicos, también mejoran el estado de ánimo y la autoestima de los participantes, finalmente los resultados analizados de los artículos para un 30% promueven el trabajo en equipo, para un 10% hay una mayor conciencia corporal y para otro 10% existe un fomento de la actividad cardiovascular.

Y por último los videojuegos tipo exergames, como el caso de Pokémon GO, se destacan como opciones accesibles y fáciles de usar para promover la actividad física, estos juegos no solo incentivaron un mayor nivel de actividad física, sino que también demostraron mejoras en habilidades de orientación espacial, socialización y exploración de nuevos lugares urbanos y naturales, se llegó a la conclusión de que este género ya mencionado son más accesibles y fáciles de usar para promover la actividad física representando el 30% del total, para un 15% el fitness y para un 10% dispositivos de pantalla táctil.

Referencias

Brauner, P., & Ziefle, M. (2020). Serious Motion-Based Exercise Games for Older Adults: Evaluation of Usability, Performance, and Pain Mitigation. *JMIR Serious Games*, *8*(2), e14182-e14182. https://doi.org/10.2196/14182

Comeras-Chueca, C., Villalba-Heredia, L., Perez-Lasierra, J. L., Lozano-Berges, G., Matute-Llorente, A., Vicente-Rodriguez, G., Casajus, J. A., & Gonzalez-Aguero, A. (2022). Effect of an Active Video Game Intervention Combined With Multicomponent Exercise for Cardiorespiratory Fitness in Children With Overweight and Obesity: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*, *10*(2), e33782-e33782. https://doi.org/10.2196/33782

Dobbins, S., Hubbard, E., & Leutwyler, H. (2020). Looking Forward: A qualitative evaluation of a physical activity program for middle-aged and older adults with serious mental illness. *International Psychogeriatrics*, *32*(12), 1449-1456. Scopus. https://doi.org/10.1017/S1041610218002004

Hernandez-Martínez, J., Ramirez-Campillo, R., Álvarez, C., Valdés-Badilla, P. A., Moran, J., & Izquierdo, M. (2022). Effects of active exergames training on physical functional performance in older females (Efectos del entrenamiento de exergames activos sobre el rendimiento físico funcional en mujeres mayores). *Cultura, Ciencia y Deporte*, *17*(51), 77-84. https://doi.org/10.12800/ccd.v17i51.1658

Hoyos Quintero, Á. M., Yusty Garcia, N., & Flor Sandon, V. A. (2022). Efecto del uso de videojuegos activos en el nivel de actividad física del adulto joven: Revisión exploratoria. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, *45*, 888-896.

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. *2*.

Malone, L. A., Mendonca, C. J., Mohanraj, S., Misko, S. R., Moore, J., Brascome, J. M., & Thirumalai, M. (2023). Usability of the GAIMplank Video Game Controller for People With Mobility Impairments: Observational Study. *JMIR Serious Games*, *11*, e38484-e38484. https://doi.org/10.2196/38484

Moller, A., Sousa, C., Lee, K., Alon, D., & Lu, A. (2022). Active Video Game (AVG) Interventions Targeting Physical Activity Behaviors: A Systematic Review and Meta-Analysis (Preprint). *Journal of Medical Internet Research*, *25*. https://doi.org/10.2196/45243

Saldías-Fernández, M. A., Domínguez-Cancino, K., Pinto-Galleguillos, D., & Parra-Giordano, D. (2022). *Asociación entre actividad física y calidad de vida: Encuesta Nacional de Salud*. https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay/cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_9f7a6845952b49978c274514aaf6ba57/51UCV_INST:UCV

Sepúlveda Castro, G. (2021). Transgamificación y cultura: Del videojuego como producto cultural al videojuego como totalidad cultural. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, *98*, 154-166. https://doi.org/10.18682/cdc.vi98.3980

Shahidi, S. H., Stewart Williams, J., & Hassani, F. (2020). Physical activity during COVID□19 quarantine. *Acta Paediatrica*, *109*(10), 2147-2148. https://doi.org/10.1111/apa.15420

Simmich, J., Mandrusiak, A., Smith, S. T., Hartley, N., & Russell, T. G. (2021). A Co-Designed Active Video Game for Physical Activity Promotion in People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Pilot Trial. *JMIR Serious Games*, *9*(1), e23069-e23069. https://doi.org/10.2196/23069

Vergara-Torres, A. P., Juvera-Portilla, J. L., Ceballos-Gurrola, O., & Zamarripa, J. (2020). Pokémon GO and its relationship with physical activity, spatial orientation and socialization in mexican users. *Retos*, *83*, 727-732. Scopus.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 04/07/2023
Aceitação/Acceptance: 28/10/2023

Más allá de la pantalla: aproximación a la relación streamer-audiencia y su influencia en las preferencias de consumo en el streaming

Paola Palomino-Flores[1], Teddy Christopher Chang[2], Arnau Grifeu-Castells[3]

paola.palomino@upc.edu.pe; teddy@alumni.uv.es; arnau.gifreu@uab.cat

[1] Facultad de Comunicaciones de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima 15023, Perú.

[2] Facultad de Filología de la Universitat de València, Valencia 46010, España.

[3] Facultad de Ciencias de la Comunicación de la Universitat Autònoma de Barcelona, 08193, España.

Pages: 245-258

Resumen: En el contexto de cambiantes dinámicas sociales que reconfiguran el consumo mediático, el enfoque de este trabajo se dirige al universo del *streaming*. Este estudio abarca la perspectiva de consumidores y creadores, desvelando la construcción de la comunicación efectiva entre *streamers* y audiencia, y en especial en cómo influye esta interacción en preferencias y hábitos de consumo. La aproximación se realiza a través de una metodología mixta, combinando un cuestionario dirigido a 205 consumidores y entrevistas con 22 *streamers*. La interacción entre *streamers* y audiencia no solo se enfoca en la creación y compartición de contenido, sino que también forja una comunidad virtual que trasciende barreras. Este estudio subraya que el *streaming* no debe ser comprendido solo como entretenimiento, sino como un fenómeno cultural que redefine cómo nos conectamos con el contenido y entre nosotros. En última instancia, se concluye que interacción y contenido, en proceso simbiótico, se origina en los *streamers* pero adaptándose a temáticas y deseos de una audiencia cautiva.

Palabras-clave: Transformación mediática; streaming; interacción; audiencia; streamer; comunidad virtual.

Transcending the Monitor: Investigating the Streamer-Audience Dynamic and its Effect on Streaming Consumption Preferences

Abstract: In the context of changing social dynamics reshaping media consumption, the focus turns to the intriguing realm of streaming. This study encompasses the perspectives of consumers and creators, unveiling the construction of effective communication between streamers and their audience, and how this interaction influences preferences and consumption habits. Through a mixed methodology, combining a questionnaire for 205 consumers and interviews with 21 streamers, significant findings emerge. The interaction between streamers and their audience not only guides content creation and sharing but also forges a virtual community transcending boundary. This study underscores that streaming is more

than entertainment—it's a cultural phenomenon redefining how we connect with content and each other. Ultimately, it is concluded that interaction and content, in a symbiotic process, originate from streamers, adapting to the themes and desires of a captive audience.

Keywords: Media transformation; streaming; interaction; audience; streamer; virtual community.

1. Introducción

En la actualidad, la era digital ha saturado la vida cotidiana con información audiovisual (Camacho et al., 2020), acentuada por la aceleración de esta tendencia durante el año 2020 debido a la pandemia (Arana et al., 2020). YouTube evolucionó de reproductor a fuente esencial de información en ese periodo (Parabhoi, et al., 2021), mientras la industria audiovisual transita hacia un paradigma de consumo, destacando la influencia de los *streamers* en preferencias y dinámicas de interacción (Ghaffari et al., 2023; Rao et al., 2021). En este contexto, el *streaming* en vivo emerge como tendencia global revolucionaria, otorgando a los emisores un canal para difundir contenido en plataformas sin restricciones geográficas (Bründl et al., 2017). En la era de la televisión por internet, las audiencias ejercen mayor control en su visualización y participación, especialmente entre la Generación X y la Generación Z (Podara et al., 2021).

Las transmisiones en vivo abarcan contenido desde videojuegos hasta baile y canto, donde los espectadores interactúan activamente en tiempo real (Wang et al., 2019). Esta interacción ha contribuido a la adopción generalizada de servicios de transmisión en vivo, impactando en la lealtad a marcas y medios (Bergillos, 2017). Las empresas mediáticas reaccionan con alianzas y expansión de plataformas para publicidad efectiva (García et al., 2008), enfrentando competidores con tecnología adaptable (Medina et al., 2017). Los streamers, figuras centrales, establecen conexiones auténticas y directas con audiencias, convirtiéndose en referentes de entretenimiento y consejos en línea (Rao et al., 2021). La interacción activa transforma la experiencia de ver contenido en un acto participativo, creando comunidad y pertenencia (Gros et al., 2017). La transmisión de información en plataformas bajo demanda es parte de la era del *streaming*, donde empresas enfocan usuarios como fuente de ingresos (Lotz, 2014). La pandemia impulsó la adopción tecnológica en sistemas educativos (García et al., 2022) y el *streaming* ganó audiencia y transmisiones en vivo (Statista Research Department, 2023), especialmente en cuarentena, con aumentos en usuarios de Spotify y el uso de transmisión de video en teléfonos inteligentes (da Silva et al., 2021). Ante este dinamismo social, la influencia del *streaming* en la exposición digital y la necesidad de mantenerse informados, surge la pregunta: ¿Cómo afecta la interacción entre *streamers* y su audiencia a la formación de una comunidad virtual y a los hábitos de consumo mediático? En respuesta a esta pregunta, se derivan los siguientes objetivos de investigación:

- Analizar las estrategias de interacción en la planificación y ejecución del *streaming* como fenómeno interactivo.
- Identificar preferencias y hábitos de consumo mediático reportados por los *streamers* sobre su audiencia.
- Determinar la influencia de factores como tiempo, horario y guionización en la planificación del *streaming* y la interacción con la audiencia.

El estudio se basa en la teoría del cultivo propuesta por Gerbner (1986), que destaca cómo los elementos culturales moldean la identidad cultural y afectan la percepción del mundo por los consumidores. Los "*streamers*", creadores de contenido en línea, enriquecen la comunicación cultural. Esta teoría enfatiza el efecto acumulativo de la exposición mediática en la percepción y actitudes de la audiencia, manifestándose en sus hábitos de visualización y decisiones de consumo. Steiner y Xu (2018) han observado cómo la fusión cultural estimula la visualización constante en nuevos medios, como el video se relaciona con la aceptación del consumidor y su intención de compra, presentando desafíos en el marketing digital.

2. Marco teórico

Investigaciones en diversos contextos respaldan que la tecnología en la vida diaria ha originado una dualidad en la percepción del mundo real y virtual (Bouarab-Dahmani y Tahi, 2015). Esta dualidad ha influido en la creación de *software,* priorizando los intereses de los usuarios y enfocándose en aspectos comerciales, como las funciones de video en vivo (Castro et al., 2022). Estudios en Europa (Doorsamy et al., 2020) indican que la tecnología ha impulsado un resurgimiento industrial en el que la robótica y la inteligencia artificial desempeñan roles fundamentales. Incluso en regiones diversas como Oriente Medio, se observa la integración de la tecnología en la educación, utilizando herramientas como cómics para fomentar la interacción (Muyassaroh et al., 2019). Las universidades, como centros de estudio, se han visto impactadas por la dinámica educativa mediada por la tecnología debido al COVID-19. Es crucial comprender cómo las comunidades interactúan con los *streamers* y se identifican con estas tendencias digitales (Meza, 2022). La identificación con el contenido y su promoción se entrelazan, no solo para los consumidores de *streaming,* sino también para el *streamer* mismo. Aunque se comparte diverso contenido, los éxitos siguen siendo predominantes, atrayendo a celebridades influyentes y *streamers* menos conocidos (Parker y Perks, 2021). La investigación sobre Twitch y la transmisión de juegos sigue expandiéndose, explorando plataformas de transmisión como entidades (Partin, 2019), las experiencias de *streamers* marginados por motivos de raza, género, sexualidad y salud mental (Ruberg et al., 2019), y las diversas formas de trabajo visible e invisible (da Silva et al., 2021).

2.1. Gerbner y la realidad mediante la Teoría del Cultivo

La Teoría de Gerbner, también conocida como la Teoría del Cultivo, ha dejado una marca perdurable en cómo comprendemos la relación entre los medios de comunicación y la percepción de la realidad. Según Gerbner (1976), la exposición prolongada a la televisión moldea las percepciones y creencias de la audiencia en consonancia con los valores y representaciones presentados en pantalla. La influencia de la televisión como fuente primaria de información se manifiesta en cómo "la televisión ha ocupado el lugar central de las influencias en la vida de las personas, reemplazando a otras fuentes tradicionales de socialización y aprendizaje" (Gerbner, 1998, p. 175). Además, conceptos clave como el *mainstreaming*, que reduce las diferencias de actitudes entre grupos de espectadores, y la "construcción de la realidad", que plantea que la televisión no solo refleja sino también construye la realidad, añaden capas profundas al entendimiento mediático (Gerbner, 2002). El impacto y la validez de la teoría han sido objeto de metanálisis a lo largo de los años. Mientras algunos estudios han respaldado las afirmaciones de Gerbner, otros

han arrojado resultados mixtos o contradictorios (McQuail y Windahl, 1981; Shanahan y Morgan, 1999). Aunque influyente, también ha enfrentado críticas. Algunos argumentan que no considera otros factores que pueden influir en la percepción de la realidad, como experiencias personales y educación (Potter, 2014). Además, en la era digital, la discusión sobre la teoría del cultivo ha evolucionado con la proliferación de internet y redes sociales. A pesar de la competencia con nuevas plataformas, la televisión sigue siendo fuente importante de información y entretenimiento, añadiendo capas al debate sobre la percepción de los medios (McLuhan, 1964; Jenkins, 2006).

2.2. Streamers: los nuevos protagonistas

La generación X y la generación Z se sienten atraídas por esta forma de contenido, transformando sus preferencias de consumo de medios tradicionales hacia plataformas de *streaming* (Podara et al., 2021). El streaming en vivo no solo se trata de entretenimiento, sino también de crear comunidades virtuales en torno a intereses compartidos. El término *"streamers*" se refiere a individuos que transmiten en tiempo real diversos contenidos a través de plataformas digitales. Estos individuos se han convertido en figuras influyentes al crear y mantener comunidades virtuales en torno a sus transmisiones (Gros et al 2017). El contenido abarca una amplia gama de actividades y se caracteriza por la interacción activa con los espectadores a través de comentarios en tiempo real (Wang et al., 2019).

2.3. Streaming en tiempo real

Los protagonistas del *streaming* en vivo pueden incluir músicos o artistas, con el enfoque en un diálogo interactivo entre individuos. En ocasiones, este contenido se asemeja una conversación informal, similar a una entrevista, donde los invitados plantean preguntas sobre un tema y los demás reaccionan. En otros casos, prevalece el carácter factual sobre la transmisión de información o el intercambio de ideas, y la preservación de la relación interpersonal (Lupinacci, 2020). También hay transmisiones en vivo relacionadas con música o contenido educativo para reforzar aspectos curriculares, tendencia que creció en la pandemia. Las transmisiones de tipo "compañía" buscan establecer un vínculo social o emotivo con el espectador, implicando actividades cotidianas como cocinar, comer o meditar (Cabeza-Ramírez et al., 2021b). En el caso de los videojuegos, Zheng et al. (2018) usan el término "transmisión de video de juegos en vivo de colaboración abierta" (*crowdsourced live game video streaming*, CLGVS) para plataformas que permiten a la audiencia recibir o transmitir contenido externo. Gros et al. (2017) y Wang (2019) resaltaron funciones sociales de estas plataformas, denominándolas "servicios sociales de transmisión en vivo" (*social live streaming services,* SLSS). Se definen por características como sincronización, interacción en tiempo real entre espectadores y transmisores, y un sistema de recompensas.

2.4. Características del streaming en vivo

Las transmisiones en vivo, según Phelan (1993), se agrupan en cuatro categorías: temporalidad (1), espacialidad (2), realidad (3) y sociabilidad (4). Estas características definen su naturaleza única y su impacto en la experiencia del espectador. En términos de temporalidad (1), las transmisiones en vivo destacan por su originalidad e irreproducibilidad, ofreciendo una sensación inmediata e instantánea similar a la radio y la televisión (Bourdon, 2000). Sin embargo, es importante reconocer que limitaciones

técnicas, como la conexión, el ancho de banda y la transmisión, pueden ocasionar demoras en las comunicaciones (Van Es, 2016), como se evidenció en el desafío de los dúos de country. La espacialidad (2) también juega un papel significativo en el streaming en vivo. Durante el aislamiento social, la atención se ha centrado en el hogar, lo que ha llevado a muchos a transmitir desde sus propios hogares (Parker y Perks, 2021). La "estética en vivo" añade un toque de crudeza al mostrar elementos del *backstage* y detalles no ocultos (Pereira & Holzbach, 2010). La cercanía y la interacción personal, fundamentales en las primeras etapas de las transmisiones en vivo, se viven desde la perspectiva de la movilidad (Kavada & Trere, 2019). La realidad (3) en las transmisiones en vivo no proviene tanto de la ausencia de mediación tecnológica como de la aparente falta de filtros y edición en los contenidos, creando una sensación de autenticidad y naturalidad (Cabeza-Ramírez et al., 2021; Lupinacci, 2020). Incluso en transmisiones más elaboradas, la espontaneidad prevalece, generando un vínculo genuino entre los espectadores y los creadores de contenido. Por último, la sociabilidad (4) es un eje central que subyace en todos estos fenómenos. A pesar de la distancia física, la sociabilidad se refiere al sentido de experiencia compartida y comunidad que trasciende las barreras geográficas. Las transmisiones en vivo buscan cautivar temporalmente la atención de una audiencia masiva (Lupinacci, 2020). Las dimensiones anteriores (temporalidad, espacialidad y realidad) se combinan para crear la sensación de consumo inmediato y participación en un "evento" junto con otros espectadores. Esta sociabilidad se apoya en oportunidades interactivas y sincrónicas gracias a las redes sociales (Cabeza-Ramírez et al., 2021). La copresencia aparente se convierte en un elemento clave cuando se prioriza el diálogo, ya sea entre interlocutores o a través de tecnologías como *chats* en tiempo real. Un caso ejemplar que ilustra la combinación entre *streamers*, interactividad y marcas es la Kings League, donde los *streamers* no solo narran y analizan, sino que también involucran a la comunidad en la creación de reglas a través de la interacción (Nieto, 2023). Esta dinámica puede generar conflictos y desafíos en la relación entre el mundo del *streaming* y los paradigmas tradicionales (Otálora et al., 2023).

3. Metodología

El enfoque investigativo adoptado es interpretativo y de naturaleza mixta, siguiendo la propuesta de Creswell (2014). Este paradigma se enfoca en la descripción detallada del fenómeno de estudio, especialmente en la transmisión en vivo (*streaming*). Para esto, se utilizan métodos complementarios, incluyendo el método científico que guía la investigación con enfoque sistemático y riguroso. Además, se utiliza el método analítico-sintético para sintetizar la información recopilada y extraer datos relevantes sobre las variables de interés. Estos datos fueron utilizados para elaborar resúmenes, interpretar los resultados obtenidos y derivar conclusiones y recomendaciones. Adicionalmente, se incorporó el enfoque estadístico para evaluar la utilidad de los instrumentos utilizados, así como para cuantificar la frecuencia y el porcentaje de los datos recolectados a través de tablas y figuras. Este análisis estadístico se realizó empleando el *software* especializado SPSS[1]. La investigación se apoyó en la utilización de técnicas específicas, como entrevistas semiestructuradas dirigidas a *streamers* y jugadores. Estas entrevistas se llevaron a

[1] El software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es una herramienta de análisis estadístico ampliamente utilizada en investigación y análisis de datos.

cabo con individuos que participan en la práctica o transmisión de contenido a través de plataformas. La selección de los participantes se basó en el objetivo de estudio, centrado en la planificación e interacción con la audiencia. La población de la fase cuantitativa está conformada por consumidores de *streaming*. En la fase cualitativa, la muestra se define mediante criterios de inclusión y exclusión. La recolección de datos se realizó a través de un sondeo electrónico anónimo en Google Forms. El muestreo en ambos casos es intencional y no probabilístico. En la fase cuantitativa, se consideraron 205 personas consumidoras de contenido por *streaming* y se les aplicó el instrumento de Gallardo et al. (2022). En la fase cualitativa, se entrevistaron 22 streamers de diversos estilos y enfoques, lo que enriquece la comprensión global del fenómeno investigado.

No	Cod.	Nombres	Usuario	Seguidores	Categoria	Año
1	E1	Anastasia Puig	The fire player	3.34k	Entretenimiento	2021
2	E2	Luciano Landa	Lucky	1 k	Videojuegos	2020
3	E3	Domènica	ninabusta_	21.1 K	Música	2018
4	E4	Elena Sánchez	KEJUEGAS	18.4K	Videojuegos	2022
5	E5	Xary Rodriguez	Xaryrgp7	4.7K	Videojuegos	2023
6	E6	Geovanny Varela	Baúl del cómic	2.9K	Cómic y geek	2021
7	E7	Dinara Ishakova	yoga_academy.es	12k	Salud	2023
8	E8	Eduardo Mateo	El Tribunal de los Búhos	11K	Comics	2019
9	E9	Oliver soto	Oli Figuras De Accion	2.8k	Coleccionista	2020
10	E10	Antonio Gutierrez	Anto7G	292	Videojuegos	2018
11	E11	Roberto Álvarez	TheRobCollector	750	Coleccionista	2021
12	E12	Yuting Liu	宝爷和Amaia在欧洲	9 k	Moda	2019
13	E13	Paulo Lanchipa	pauloperu.fp	13.8 k	Política	2020
14	E14	Diego Montoya	Diegomontoya	9065	Fotografía	2020
15	E15	Fernando Sotomayor	El utero de papá	23.8 k	Paternidad	2019
16	E16	Gusto Montrestruque	Gmontrestruque	51.9 k	Cocina	2017
17	E17	Marina Gaspar	marinamakeupp	15.2k	Maquillaje	2016
18	E18	Agustin Murillo	angelim77	515	Eventos	2021
19	E19	Luis Palerm	lluispalerm	289k	GameDevelopment	2023
20	E20	Sara Mero	saramero	5.4k	Artista	2016
21	E21	Zheng Hao	Wolfy	3.1 K	Entretenimiento	2023
22	E22	Ximena Delgado	Therealdeal.blog	140 k	Emprendimiento	2019

Figura 1 – Tabla con datos de los 21 *streamers* entrevistados para la muestra cualitativa.
Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

4.1. Cuestionario

A partir del cuestionario[2], se determinó que los participantes tenían edades comprendidas entre 18 y 61 años (M = 33,46; D.T. = 9,61 años). La colaboración fue mayoritariamente femenina (58%), con una representación masculina del 42%. La mayoría consume contenido en *streaming* frecuentemente (92,2%), principalmente por la noche (72,2%), seguida de la tarde (23,4%) y la mañana (4,4%). En cuanto a sus hábitos de consumo, lo realizan mayormente en su habitación (68,3%), seguido de espacios comunes (31,2%) y ocasionalmente en el trabajo (0,5%). Cerca del 48,8% lo hace en solitario, mientras que el 32,2% lo comparte con familiares y el 19% con amigos. En cuanto a la sustitución de la televisión por el streaming, la mayoría lo ha hecho en alto nivel (65,4%), seguido por un mediano nivel (28,3%) y un pequeño porcentaje en nivel bajo (6,3%), evidenciando cambios en los hábitos de consumo. Las siguientes preguntas se centraron en las redes utilizadas, el tipo de contenido consumido y las redes sociales para compartir o comentar el material, como se muestra en las tablas 1, 2 y 3. En la primera tabla se presentan las plataformas, eligiendo las 3 más usadas (lo que da una suma superior al 100% al cuantificar) con mayor alcance (de mayor a menor): Netflix, Youtube, HBOMax, Instagram (live), TikTok (live), Disney+ y Twitch, todas con uso superior al 15%. Las plataformas menos usadas (menos del 5%) incluyeron Star+, Paramount+, Hulu y AppleTV.

Tipo de contenido	Nº	Respuestas Porcentaje	Porcentaje de Casos
En vivo	55	12,9%	26,8%
Películas	158	37,0%	77,1%
Series	144	33,7%	70,2%
Documentales	53	12,4%	25,9%
Deportes	17	4,0%	8,3%
Total	427	100,0%	208,3%

Figura 2 – Contenido que consumen vía streaming. Fuente: elaboración propia

El contenido más consumido por los participantes, según la Figura 2, en orden decreciente son las películas, series, contenido en vivo, documentales y deportes. Luego, se consultó si compartían el contenido en redes sociales, con la mayoría respondiendo que no lo hace (62,9%), y una minoría significativa (37,1%) sí lo realiza. Para esta pregunta, se permitió elegir hasta 2 opciones más utilizadas; algunos incluso seleccionaron 3, sin excluir esta última al contar. En la pregunta sobre la red social utilizada para compartir o comentar el contenido visualizado, los encuestados mencionaron predominantemente Instagram, Whatsapp, Facebook y Twitter, en orden decreciente. Una minoría utiliza Twitch, TikTok, WeChat, Youtube o Threads, o simplemente no comparte el contenido.

[2] En este enlace se puede acceder al cuestionario y a las preguntas diseñadas a tal efecto: https://bitly.ws/Tb8U

4.2. Entrevistas

Desde la parte cualitativa, se realizaron entrevistas a 21 *streamers*, codificados desde E1 (entrevistado 1) hasta E21 (entrevistado 21). En el anexo 1 se puede acceder a las preguntas diseñadas para la entrevista semiestructurada. Se establecen inicialmente los datos cuantitativos básicos: El promedio de seguidores fue de 22.860 (DT=62.084), con un rango desde 292 hasta 289.000 seguidores; solo 4 tuvieron menos de 1000. En cuanto a la edad, oscila entre 17 y 43 años, con una media de 29,85 años (D.T.=8,00 años). El tiempo de dedicación varía, desde el más antiguo en 2016 hasta los más recientes en 2020 (M= año 2020; D.T.=2,19 años). En relación con el tipo de contenido, abarcan áreas como entretenimiento, videojuegos, música, cómics, datos *geek,* salud, coleccionismo, moda, política, fotografía, paternidad, vida en familia, gastronomía, eventos, educación, desarrollo de juegos y *software,* sin un orden específico. Destaca el uso frecuente de plataformas como Twitch, Instagram y Youtube, con menor presencia en Facebook, Discord y páginas personales/empresariales.

4.2.1. Razones que les impulsaron a dedicarse a este ámbito

Habiendo denotado el tiempo que llevan haciendo *streaming* y su tipo de contenido, se les preguntó qué los había llevado a iniciarse en este rubro. E1 comentó que "nunca tuve a nadie que me enseñara a usar SFM o *blender* (*software* de animación 3D) y pues haciendo los directos yo puedo ser ese alguien que ayude a otras personas". Por su parte, E2 y E17 mencionan que lo hacen para "compartir sus gustos", E6 "entretener a los demás" y E3 complementa esta parte con compartir también "su talento". Entre otras tendencias, E4 lo utilizó como un "método de escape para mejorar su salud mental", E8 "para salir de la zona de confort", E5 "para interactuar con otras personas" y, en el caso de E7 para "llegar de una forma directa a clientes potenciales". Una perspectiva parecida menciona E10, quien lo ve "como un pasatiempo con el cual después puede sacar rédito económico". Entre los demás, existen perspectivas parecidas, como la de E11 quien menciona que esto fue con el fin de "acercarse a otras personas dedicadas al coleccionismo" (su rubro) o "querer informar" (E18).

4.2.2. Tiempo dedicado al streaming

Entre el tiempo que dedican a hacer *streaming,* existen variaciones, teniendo un mínimo de todos los días, una generalidad de 2 o 3 veces a la semana, hasta quienes lo hacen 1 o 2 veces al mes (sobre todo, por un patrocinio establecido). Dentro de ellos, se destacan, por ejemplo, los que lo hacen cada vez que existe un evento particular (E13 en política, E18 en periodismo). Asimismo, su duración tiene un rango entre 40 a 390 minutos (M=139,70 minutos; D.T.=99,11 minutos), con una tendencia mediana de 120 minutos (2 horas).

4.2.3. Tipo de planificación

Sobre su planificación, existen dos aristas distintas que generan el *engagement* en sus seguidores. Se tienen quienes (1) sí planifican y (2) los que no lo hacen. Ambos piensan que esto es lo que genera una mayor conexión con sus seguidores. En el caso de los que planifican, lo hacen por tema, día, sugerencias de los seguidores, explicaciones detalladas o parte de los procesos. Quienes no lo hacen, igual se han preparado -así

sea de forma general- sobre los temas, pero que pueden surgir de forma espontánea, como las preguntas y respuestas de los seguidores, eventos particulares o reacciones a '*unboxing*' (abrir un objeto recién llegado y generalmente envuelto o en su caja).

4.2.4. Compromiso y fidelidad de la audiencia

En relación al compromiso de la audiencia y estrategias para lograr comunicación efectiva, los entrevistados compartieron enfoques valiosos. Estos incluyen la adhesión a horarios regulares, anticipar transmisiones en redes sociales (para las menos frecuentes) o mantener constancia en transmisiones diarias. Para asegurar compromiso, aprovechan su conocimiento, analizan comentarios anteriores, implementan dinámicas como recordar nombres de seguidores, sesiones de preguntas, indagan sobre futuros contenidos y mantienen autenticidad en transmisiones. Las consultas sobre contenido fomentan interacción y planifican temas según preferencias de la audiencia.

4.2.5. Sugerencias de preferencias por parte de la audiencia

En cuanto a si la interacción influye en sus preferencias y hábitos de consumo mediático, los entrevistados reconocieron que han notado cambios en dichas preferencias y hábitos. Estos cambios han tenido un impacto positivo al generarles mayor confianza, aumentar sus seguidores y propiciar oportunidades de patrocinio. Dichas transformaciones suelen originarse a partir de sugerencias de sus seguidores o de su propia observación. Por ejemplo, E4 quien es *gamer*, a pesar de la popularidad de Fortnite, ha buscado otros juegos que se han vuelto famosos y que sus seguidores quieren ver; E5 que es *gamer*, pero enfocado en juegos de terror, ha visto que cada vez sus seguidores quieren ver juegos con tramas "más profundas o juegos desconocidos", en el caso de E6 por los cómics o películas que van saliendo (contenido *geek*) y E13, E18 y E20 por los eventos (políticos, sociales, de moda, respectivamente) que van aconteciendo, por lo cual todos se adaptan a los requerimientos de sus seguidores.

5. Discusión y conclusiones

Los descubrimientos de este estudio adquieren una dimensión significativa al ser interpretados a través del prisma de la teoría de la "Cultura del Cultivo" propuesta por Gerbner et al. (2002). Esta teoría resalta cómo la constante exposición a contenido mediático puede moldear las percepciones y actitudes de la audiencia con el tiempo. En el contexto del *streaming* en vivo, la interacción y el contenido transmitido por los *streamers* constituyen un flujo continuo de influencia mediática que puede modelar la dualidad entre el mundo real y virtual, establecer resonancias emocionales y culturales (Lupinacci, 2020), y fomentar la formación de comunidades en línea. La interacción en tiempo real y la construcción de conexiones personales permiten que esta cultura del *streaming* incida en la percepción de la realidad y en la identificación con valores y perspectivas compartidos, reforzando así los principios centrales de la teoría del cultivo de Gerbner. Este fenómeno es respaldado por Piñón (2021), quien destaca cómo las plataformas de *streaming* centralizan la distribución basada en gustos individuales mediante algoritmos. En contraste con los postulados de Gerbner et al. (2002), se pueden identificar factores que han cambiado o permanecen. Anteriormente, la televisión era la fuente principal de información y entretenimiento, lo cual ha evolucionado, según

nuestra investigación. Además, mientras la televisión tiende a homogeneizar las opiniones y perspectivas de los espectadores, el *streaming* ha diversificado la experiencia, permitiendo que cada persona se convierta en *streamer* o siga a quienes elija, basándose en sus preferencias. Esto resulta en un cultivo más diferenciado que el propuesto por la televisión. Por ello, no solo el individuo percibe la realidad en torno a lo que ve -y a sus gustos-, sino que la modifica para que cada vez sea adaptable la realidad a su entorno y preferencias. A diferencia de la televisión, que homogeneiza la opinión o perspectiva de los espectadores, el *streaming* ha podido diversificarse, para que cada persona pueda convertirse en *streamer* o en su defecto, seguir a quien desee, basado en sus gustos, por lo que el cultivo es más diferenciado.

Los resultados obtenidos resaltan el cambio en los patrones de consumo, evidenciando la transición de la televisión por suscripción hacia el *streaming,* donde la personalización del contenido se erige como su rasgo distintivo. Este fenómeno es respaldado por Piñón (2021), quien destaca cómo las plataformas de *streaming* centralizan la distribución basada en gustos individuales mediante algoritmos. La interacción y la base de seguidores emergen como fuerzas que moldean la producción de contenido, lo que alinea con el planteamiento central en torno a la sociabilidad en el *streaming*. Según Lupinacci (2020), esto forja una experiencia compartida entre creadores y usuarios, fomentando la creación de comunidades en el ciberespacio, eliminando distancias geográficas. La instantaneidad de las transmisiones en vivo promueve la convergencia de tiempo, espacio y vivencias entre los participantes. En contextos donde la promoción de productos se entrelaza con la transmisión (a menudo dentro de juegos o películas), los *streamers* desempeñan roles clave al presentar características, facilitar acciones de marketing y enriquecer la experiencia de compra. Tal proceso, respaldado por Lu et al. (2023), induce influencias afectivas y cognitivas que afectan la toma de decisiones del consumidor. Aunque el modelo de patrocinio no sea aplicable universalmente, se constata un patrón de conexión emocional entre el *streamer* y su audiencia, incluso en ausencia de transacciones comerciales. Las transmisiones en vivo, aprovechando la ubicuidad de dispositivos móviles, superan barreras temporales y sociales, promoviendo una interacción fluida y directa (Kavada y Trere, 2019). Este diálogo es mediado por factores personales y sociales, acompañado por estrategias implementadas por los *streamers*, como asignar nombres a sus seguidores, realizar dinámicas interactivas y mantener horarios consistentes, lo que contribuye a la construcción de una comunidad comprometida. En última instancia, el análisis de hábitos de consumo revela una preferencia por la noche, seguida por la tarde y, en menor medida, la mañana.

Entre las plataformas dominantes se encuentran Netflix, Youtube, HBOMax, Instagram (live), TikTok (live), Disney+ y Twitch. Los contenidos más consumidos abarcan películas, series, contenido en vivo, documentales y deportes, en ese orden. Se corrobora que la interacción y el contenido son ejes emanados de los *streamers,* moldeándose o profundizándose de acuerdo con la retroalimentación de la audiencia. Esta investigación se enfoca en un grupo específico de *streamers* y consumidores de contenido en un contexto particular, lo que limita la generalización a otras plataformas, géneros o grupos demográficos. La metodología, aunque combinó enfoques cuantitativos y cualitativos, se basó en la autodeclaración de los participantes, introduciendo posibles sesgos. Se reconoce el riesgo de sesgo de selección, ya que los participantes podrían estar más dispuestos a compartir. El estudio también presenta limitaciones temporales, lo que

afecta su aplicabilidad futura. Estas limitaciones enfatizan la importancia de interpretar los resultados en su contexto y de futuras investigaciones más amplias y profundas.

Agradecimientos

Los autores desean dar las gracias a los participantes de la investigación. Este estudio ha sido apoyado parcialmente por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Referencias

Arana Arrieta, E., Mimenza Castillo, L., & Narbaiza Amillategi, B. (2020). Pandemia, consumo audiovisual y tendencias de futuro en comunicación. Revista De Comunicación Y Salud, 10(2), 149–183. https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10(2).149-183

Bergillos, I. (2017). ¿Dos caras de la misma moneda?: una reflexión sobre la relación entre engagement y participación en medios. Comunicación y Hombre, 3(14), 121-136.

Bouarab-Dahmani, F., & Tahi, R. (2015). New Horizons on education inspired by information and communication technologies. Procedia, Social and Behavioral Sciences, 174, 602–608. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.589

Bourdon, J. (2000). Live television is still alive: on television as an unfulfilled promise. Media, Culture & Society, 22(5), 531-556.

Bründl, S., Matt, C., & Hess, T. (2017). Consumer use of social live streaming services: The influence of co-experience and effectance on enjoyment. Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (págs. 1775-1791). ECIS 2017.

Cabeza-Ramírez, L. J., Fuentes-García, F. J., & Muñoz-Fernandez, G. A. (2021b). Exploring the emerging domain of research on video game live streaming in Web of Science: State of the art, changes and trends. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(6), 2917. https://doi.org/10.3390/ijerph18062917

Cabeza-Ramírez, L. J., Muñoz-Fernández, G. A., & Santos-Roldán, L. (2021). Video Game Streaming in Young People and Teenagers: Uptake, User Groups, Dangers, and Opportunities. Healthcare (Basel, Switzerland), 9(2), 192. https://doi.org/10.3390/healthcare9020192

Camacho Marín, R., Rivas Vallejo, C., Gaspar Castro, M., & Quiñonez Mendoza, C. (2020). Innovación y tecnología educativa en el contexto actual latinoamericano / Innovation and Educational Technology in the current Latin American context. Revista De Ciencias Sociales, 26, 460-472. https://doi.org/10.31876/rcs.v26i0.34139

Castro, A., Pérez-Rufí, J., Torres, J. L., Carballeda, M. R., & De Aguilera, M. (2022). Streaming de vídeo, cómo las plataformas condicionan el comportamiento y los usos expresivos de los usuarios de sus apps. Revista Latina De Comunicación Social, 2(80), 1–20. https://doi.org/10.4185/RLCS-2022-1545

Creswell, J. (2014). Investigación Cualitativa y Diseño Investigativo: Selección entre cinco tradiciones. SAGE.

da Silva, D., Rocha, A., & Velloso, P. (2021). Mobile vs. Non-Mobile Live-Streaming: A Comparative Analysis of Users Engagement and Interruption Using Big Data from a Large CDN Perspective. Sensors, 21(1), e5616. https://doi.org/10.3390/s21165616

Doorsamy, W., Babu Sena, M., & Marwala, T. (2020). The Disruptive Fourth Industrial Revolution: Technology, Society and Beyond. Springer.

Gallardo Ortega, E. G., Saltos Gallardo, D. A., & Gallardo Ortega, R. E. (2022). Hábitos y medios de consumo televisivo por streaming en adolescentes de bachillerato. Revista Publicando, 9(33), 26–47. https://doi.org/10.51528/rp.vol9.id2287

García, J., Salaverría, R., & Masip, P. (2008). Convergencia Periodística en los Medios de Comunicación. Propuesta de Definición Conceptual y Operativa. I Congreso de la Asociación Española de Investigadores en Comunicación.

Gerbner, G.; Morgan, M.; Signorielli, N. (1986). Living with Television: The dyanamics of the Cultivation Process. En J. Bryant, D. Zillmann (compiladores), Perspectives on media efects. Hillsdale, NJ.

Gerbner, G. (1976). Living with television: The dynamics of the cultivation process. En J. G. Blumler y E. Katz (Eds.), The Uses of Mass Communications: Current Perspectives on Gratifications Research (pp. 17-42). Sage Publications. Gerbner, G. (1998). Cultivation analysis: An overview. Mass Communication & Society, 1(3-4), 175-194. DOI: 10.1207/s15327825mcs0103&4_2

Gerbner, G., Gross, L., Morgan, M., Signorielli, N., & Shahnahan, J. (2002). Growing up with television: cultivation process. In J. Bryant, & D. Zillmann, Media effects: Advances in theory and research (pp. 43–67). Erlbaum.

Ghaffari, M., Khan, G., Singh, S., & Ferweda, B. (2023). The impact of COVID-19 on online music listening behaviors in light of listeners' social interactions. Multimedia Tools and Applications, 1(1), https://doi.org/10.1007/s11042-023-16079-1.

Gros, D., Wanner, B., Hackenholt, A., Zawadzki, P., & Knautz, K. (2017). World of Streaming. Motivation and Gratification on Twitch. Interacción.

Jenkins, H. (2006). Convergence culture: Where old and new media collide. NYU Press.

Anastasia Kavada & Emiliano Treré (2020) Live democracy and its tensions: making sense of livestreaming in the 15M and Occupy, Information, Communication & Society, 23:12, 1787-1804, DOI: 10.1080/1369118X.2019.1637448

Lotz., A. (2014). The Television Will Be Revolutionized (Segunda ed.). NYU Press.

Lupinacci Amaral, L. (2020). "From my living room to yours": Theorizing the live streaming phenomenon in social media. In SciELO Preprints. https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.960

McLuhan, M. (1964). Understanding media: The extensions of man. McGraw-Hill.

McQuail, D., & Windahl, S. (1981). Communication models for the study of mass communications. Longman.

Medina, M., Herrero, M., & Urgellés, A. (2017). Current and Emerging Issues in the Audiovisual Industry. John Wiley & Sons.

Muyassaroh, M. N., Asib, A., & Marmanto, S. (2019). The Teacher's Beliefs and Practices on the Use of Digital Comics in Teaching Writing: A qualitative case study. International Journal of Language Teaching and Education, 3(1), 45-60. https://doi.org/10.22437/ijolte.v3i1.6502.

Parabhoi, L., Sahu, R.R., Dewey, R.S. et al. YouTube as a source of information during the Covid-19 pandemic: a content analysis of YouTube videos published during January to March 2020. BMC Med Inform Decis Mak 21, 255 (2021). https://doi.org/10.1186/s12911-021-01613-8

Parker, F., & Perks, M. E. (2021). Streaming ambivalence: Livestreaming and indie game development. Convergence, 27(6), 1735–1752. https://doi.org/10.1177/13548565211027809

Partin, W. C. (2019). Watch me pay: Twitch and the cultural economy of surveillance. Surveillance & Society, 17(1/2), 153-160. https://assets.pubpub.org/x3v666c7/b169d045-c87c-47e9-b929-2690dcf06c10.pdf

Pereira, S. M., & Holzbach, A. D. (2010). #u2youtube e a performance mediada por computador. Revista Galáxia, 20(1), 146-160. https://revistas.pucsp.br/index.php/galaxia/article/view/3429/3294

Phelan, P. (1993). Unmarked:the politics of performance. Routledge.

Piñón, J. (2021). La televisión en tiempos de streaming. Dixit, 3(35), 128-140. https://doi.org/10.22235/d35.2735

Podara, A., Matsiola, M., Kotsakis, R., Maniou, T. A., & Kalliris, G. (2021). Generation Z's screen culture: Understanding younger users' behaviour in the television streaming age – The case of post-crisis Greece. Critical Studies in Television, 16(2), 91–109. https://doi.org/10.1177/17496020211005395

Potter, W. J. (2014). Media effects. En N. O. Hollihan & M. M. Zeng (Eds.), The Routledge Handbook of Political Communication (pp. 73-89). Routledge.

Rao, Y., Wang, W., Shen, X., Jia, L. (2021). An Analysis of the Streamer Behaviors in Social Live Video Streaming. In: Sun, Y., Liu, D., Liao, H., Fan, H., Gao, L. (eds) Computer Supported Cooperative Work and Social Computing. ChineseCSCW 2020. Communications in Computer and Information Science, vol 1330. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2540-4_43

Shanahan, J., & Morgan, M. (1999). Television and its viewers: Cultivation theory and research. Cambridge University Press.

Statista Research Department. (2023). Streaming en América Latina – Datos estadísticos. Statista. https://es.statista.com/temas/8113/streaming-en-america-latina/#topicOvervie

Steiner, E., & Xu, K. (2018). Binge-watching motivates change: uses and gratifications of streaming video viewers challenge traditional TV research. Convergence: International Journal of New Media Technologies, 26(1), 82–101. https://doi.org/10.1177/1354856517750366

Van Es, K. (2016). The Future of Live. Polity Press.

Wang, K., Pan, Z., Lu, Y., & Gupta, S. (2019). What motives users to participate in danmu on live streaming platforms? The impact of technical environment and effectance. Data and Information Management, 3(3), 117–134. https://doi.org/10.2478/dim-2019-0013

Zheng, Y., Wu, D., Ke, Y., Yang, C., Chen, M., & Zhang, G. (2018). Online cloud transcoding and distribution for crowdsourced live game video streaming. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 27(8), 1777-1789. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7457232/

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 01/07/2023
Aceitação/Acceptance: 14/10/2023

Gestión de la calidad para incrementar la rentabilidad utilizando un modelo de simulación en la toma de decisiones

Armas Marti María Paola Adriana[1], Pretell Liendo Camila Fernanda[2], Miñan Olivos Guillermo Segundo[3],

N00203317@upn.pe; N00204552@upn.pe; guillermo.minan@upn.pe

[123]Universidad Privada del Norte, Trujillo, 02800, La Libertad, Perú.

Pages: 259-273

Resumen: La presente investigación tuvo por objetivo proponer la gestión de calidad en una pequeña empresa peruana de servicios y demostrar su impacto sobre la rentabilidad a través de un modelo de simulación. En ese sentido, se utilizó una investigación aplicada con enfoque cuantitativo. Los resultados demostraron que la rentabilidad anual se ubicaba en un 8.62% para el 2022; asimismo, se calculó un sobrecosto del 43% en procesos administrativos y de ventas. La mejora planteada estableció el uso de herramientas de calidad, tales como: Six Sigma, PHVA, QFD, DMAIC y AMFE. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de simulación de datos asumiendo una variabilidad en las ventas y un comportamiento de los gastos en función a los ahorros estimados. La simulación de 1000 escenarios aleatorios determinó una media para la rentabilidad de 10.44% ± 3.74%, con un valor mínimo de -0.367% y un máximo de 20.87%.

Palabras-clave: calidad, rentabilidad, incertidumbre, simulación

Quality management to increase profitability using a simulation model in decision making

Abstract: The present research aimed to propose quality management in a small Peruvian service company and demonstrate its impact on profitability through a simulation model. In this sense, an applied research with a quantitative approach was used. The results showed that the annual profitability was 8.62% for 2022; likewise, an overcost of 43% was calculated in administrative and sales processes. The proposed improvement established the use of quality tools, such as: Six Sigma, PHVA, QFD, DMAIC and AMFE. Subsequently, a data simulation process was carried out assuming a variability in sales and a behavior of expenses according to the estimated savings. The simulation of 1000 random scenarios determined an average for profitability of 10.44% ± 3.74%, with a minimum value of -0.367% and a maximum of 20.87%

Keywords: quality, profitability, uncertainty, simulation

1. Introducción

El margen de diferencia entre los ingresos y egresos determina la rentabilidad de una empresa. Con el fin de mantenerse en el mercado, estas determinan diferentes indicadores que alertan el estado de su situación actual y de esa manera tomar decisiones a tiempo. Actualmente, el número de consumidores con altas exigencias en relación con índices de calidad ha aumentado (Gutiérrez, 2010). Las organizaciones se ven afectadas por factores como: el sobreendeudamiento, la variación en la tasa de cambio, las innovaciones tecnológicas, la disminución en la rotación de su inventario, entre otros. Un punto importante por tratar es la adopción de un sistema de gestión de calidad que han tenido que incorporar en el desarrollo y manejo de sus procesos. En base a ello, aplicar un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para la mejora de su desempeño global (ISO, 2015).

A nivel internacional, se evidenció una caída en la rentabilidad de diversos sectores. La banca europea presentó una situación deficiente reflejada en su ROE, siendo este de 6,6% para septiembre del 2019, frente a un 8-10% estimados meses atrás por los especialistas. De forma similar sucede en Ecuador, ya que la actual situación empresarial presenta una inestabilidad económica y política en países latinoamericanos, por lo que también están en la constante búsqueda de innovación que mejore sus procesos, así como la incorporación de una gestión basada en calidad eficiente (Loor-Ponce y Muyulema, 2021). En ese sentido, cabe mencionar que se ha demostrado la relación entre gestión de calidad y la rentabilidad en una organización; al respecto, un estudio de caso demostró que dichas variables presentaban una correlación positiva, es decir, mientras la gestión de calidad tenga un nivel alto, la rentabilidad incrementaría (Bravo y Arregui, 2018).

A nivel nacional, el gran impacto del SARS-CoV-2 fue negativo para las MYPES del Perú, pues disminuyeron su demanda y se elevaron sus costos respecto a: seguridad y salud sanitaria, paralización en producción y déficit en su rentabilidad (Colina y Aldana, 2021). Asimismo, el COVID-19 provocó el cierre de diversos negocios y alteró el trato de las cadenas de suministro, incidiendo en indicadores como solvencia y liquidez, lo que se ve reflejado en la rentabilidad (Gutiérrez, 2021).

En esta investigación se analizó la problemática de una pequeña empresa peruana, empresa dirigida exclusivamente al sector automotriz desde el 2018, brinda los servicios de: playa de estacionamiento, lavado, engrase, cambio de aceites, mantenimiento preventivo, almacenaje temporal, servicios de transporte en Trujillo metropolitano, venta de aceites, lubricantes y demás. Las unidades de transporte son necesarias en cualquier rubro; su importancia radica en la ejecución de las actividades para la cadena de suministro, entre ellas las logísticas (Arroyo y Obando, 2022). Frente a ello, la empresa se encuentra con dificultades en sus procesos; el sobre stock de productos sin vender o cuentas sin cobrar causa que los ingresos no supere la meta esperada, la cual podría ser reinvertida. Por otro lado, no brindar la mejor atención afecta la imagen de la empresa, debido a las posibles malas reseñas que pueda dar el cliente y evitar la concurrencia de nueva clientela.

2. Metodología

El estudio se desarrolló en base a un enfoque cuantitativo. Este consiste en brindar data medible, proporcionada sobre resultados de diversas maneras, que luego son

representados y analizados estadísticamente (Sanz y Blanco, 2015). La investigación se clasificó como descriptiva y aplicativa. Un estudio descriptivo consiste en detallar los rasgos más diferenciadores y peculiares del fenómeno a analizar. Respecto al tipo de estudio aplicativo, este hace referencia a la aplicación de conocimientos previos para la solución de la problemática (Cauas, 2015). El diseño de investigación empleado para el desarrollo del trabajo fue: no experimental y transversal. En relación con el primero de ellos, es usado para el acopio de datos, sin necesidad de modificación de variables y para alcanzar los objetivos definidos (Mousalli, 2015). Adicionalmente, en el diseño transversal, las variables son medidas en un solo periodo de tiempo (Corona, 2016). Por consecuencia, se aplicaron herramientas de calidad y se midió la rentabilidad mediante simulación. La población se encuentra definida como el agrupamiento de elementos con características en común, que sean parte representativa de toda la realidad del problema (Ventura, 2017); en ese contexto, el estudio delimitó su población a todos los procesos de la empresa. Por consiguiente, la muestra representó una parte significativa de la población, que se haya elegido al azar o no; además, es lo que permitiría generalizar las conclusiones o realizar inferencias de una población con un alto porcentaje de certeza (Otzen y Manterola, 2017). En base a lo mencionado, se tomó como muestra: el proceso de compras, el proceso de registro de los clientes del servicio en lavado y el proceso de emisión de facturas. Cabe mencionar que la muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Las técnicas de recolección de datos son beneficiosas para el investigador; ya que permiten el agrupamiento de los datos necesarios para dar solución al problema de estudio. Por otro lado, un instrumento de recolección es aquel recurso de apoyo para la aplicación de la técnica (Lama y Lama, 2021). Generalmente, cada instrumento se encuentra destinado a una sola función (Hernández y Samperio, 2018). Para el presente estudio, se seleccionaron como técnicas de recolección la observación y el análisis documental. En relación con la primera, el investigador se apoya de todos sus sentidos y no solo de la vista como se podría deducir; además, presta atención a todos los detalles del fenómeno o proceso de estudio con una intención analítica (Pulido, 2015). Su importancia resalta por el contacto directo entre el investigador y el campo de estudio (Ortega y Tobón, 2015). Respecto a la segunda técnica, se está definida como la búsqueda, análisis e interpretación de los datos secundarios conseguidos, ya sean en formato digital o físico (Hernández y Tobón, 2016). De la misma manera, puede ser definida como una serie de operaciones con el propósito de transformar la información de un documento a un modelo más sintético, estructurado y analítico (Panduro, 2019). En ese sentido, se recopiló la información mediante los registros de los servicios realizados por la empresa y sus estados financieros. Cabe recalcar que cada uno de los instrumentos aplicados en la recolección de datos se validaron por especialistas en el tema.

En el caso del análisis de datos, se comenzó dando a conocer los detalles de los procesos seleccionados en la muestra a fin de hallar el problema en ellos. Luego, con el apoyo de un diagrama Ishikawa se diagnosticó la variable dependiente y se generó el estado de ganancias y pérdidas, donde se incluían las diferentes categorías de gastos y la pérdida monetaria de cada causa raíz identificada. Con los valores monetarios, se realizó un gráfico circular para analizar los porcentajes de gastos extras de cada causa raíz y ver en qué medida afectaban a los gastos de ventas y administrativos. Para el diseño de las propuestas, primero se realizó un Diagrama 5W1H, el cual sirvió para

definir la herramienta óptima para minimizar cada causa raíz del problema. La primera herramienta diseñada fue el Six Sigma para la causa raíz 1, donde se halló el valor Six sigma y el índice de capacidad para la situación actual y mejorada utilizando Minitab 18. Seguidamente, se describe el diseño de la metodología DMAIC en relación con la causa raíz 2, donde se identificaron fallos de control al mes y se elaboró una Matriz AMFE. Luego de ello, se detalla el diseño de la metodología PHVA con relación a la causa raíz 3, donde se desarrolló la matriz QFD. Por último, para la causa raíz 4 se describe el diseño de la gestión de compras y gestión de inventario mediante las fases del PHVA.

Para el caso de la simulación, se utilizó Microsoft Excel 365. Se utilizó la función de números aleatorios para establecer parámetros en los cuales deberían de fluctuar las distintas variables. En el caso de los gastos, se le agregó la variable que representaba el rango probable de los ahorros, siendo 0 un valor pesimista y 2000 dólares el valor optimista, distribuidos entre los gastos administrativos y de ventas. La fórmula se diseñó para un periodo de cinco años, en ese sentido, se le agregó código Visual Basic para que repitiera el procedimiento "n" veces y se almacenara la información en columnas. Los datos generados se analizaron en Minitab 18.

3. Resultados

3.1. Diagnóstico situacional de la empresa

Se inició el diagnostico utilizando un diagrama de Ishikawa. La Figura 1 muestra el diagrama en mención, donde se identificaron 4 causas raíz principales, resaltados en los rectángulos de color amarillo:

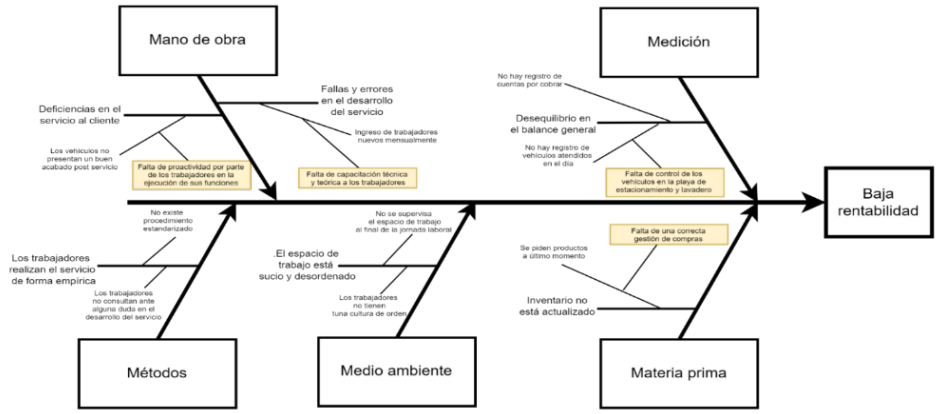


Figura 1 – Diagrama de Ishikawa aplicado a los problemas identificados en la empresa

A partir de cada causa raíz se realizó una cuantificación monetaria para evaluar el impacto sobre la rentabilidad. En relación con la medición, se observó un desequilibrio en el balance general de los últimos meses, en especial por la falta de seguimiento a los saldos por cobrar. Es así como se define la causa raíz 2 en: la falta de control en las unidades

en la playa de estacionamiento y lavadero. Los clientes entraban y eran atendidos; sin embargo, no se registraba su entrada ni salida generando un descontrol en el proceso de pagos. En relación con la mano de obra y operarios, se observó que los vehículos no presentaban un buen acabado post servicio; siendo la causa raíz 1: la falta de proactividad por parte de los trabajadores en el desarrollo del servicio; debido a que no tomaban en cuenta las especificaciones de cada cliente al contratar el servicio ni en brindarles una experiencia confortable. Adicional a ello, se encontraron fallas y errores en el desarrollo del servicio ya que constantemente ingresaban nuevos trabajadores que no se adaptaban rápidamente a la modalidad de trabajo de la empresa, por ende, empezaban sus labores empíricamente, siendo así la causa raíz 3: la falta de capacitación técnica y teórica a los trabajadores. Por último, en relación con la materia prima, se verificó que el inventario no se encontraba actualizado y muchas veces se hacían pedidos de último momento a los proveedores, quienes brindaban un precio mucho más caro de lo normal. Por ello, se tiene como causa raíz 4: la falta de una correcta gestión de compras.

Posterior a ello, se realizó un análisis del estado de ganancias y pérdidas de la empresa, presentado en la Tabla 1. Los gastos administrativos ascendieron a un total de $5,762.56, de los cuales $781.10 provenían del reproceso de las facturas erróneas. Por otro lado, los gastos de ventas tuvieron un valor de $18,459.31. De ese monto, $1,659.83 se generaban por la pérdida de clientes, otros $836.89 con procedencia de los errores en el proceso correspondientes a la causa raíz 3 y finalmente, $6,736.98 derivados de las compras de emergencia. Cada uno de los sobrecostos se encontraba asociado a una de las causas raíz identificadas previamente.

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS EN MULTISERVICIOS MOCHE S.A.C.		
PERIODO 2022		%
VENTAS NETAS	$ 27,079.30	100%
(-) Costos de Ventas	-	0.00%
UTILIDAD BRUTA	$ 27,079.30	100%
(-) Depreciación	-$ 65.84	0.24%
(-) Gastos de Administración	-$ 5,762.56	21.28%
(-) Gastos de Ventas	-$ 18,459.31	68.17%
UTILIDAD DE OPERACIÓN	$ 2,791.29	10.31%
(+) Ingresos Financieros	$ 1.12	0.00%
(-) Gastos Financieros	-$ 458.06	1.69%
(-) Gastos Diversos	-	0.00%
(+) Otros Ingresos Excepcionales		0.00%
RESULTADOS	$ 2,334.35	8.62%

Tabla 1 – Estado de ganancias y pérdidas de la empresa correspondiente al año 2022

En la figura 2 se generó un análisis más detallado de los sobrecostos cuantificados. En ella se aprecia que los costos no estandarizados representaron el 43% durante el año periodo del 2022. A su vez, estos sobrecostos se dividieron de la siguiente manera: 3%

por errores en los procesos de facturación, 4% debido a la falta de capacitación, 7% por un control vehicular deficiente y 29% en gastos logísticos.

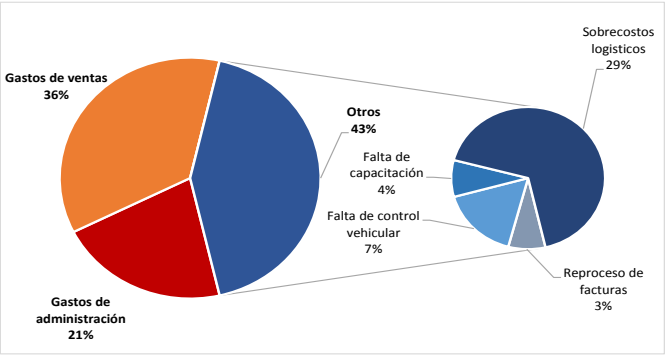


Figura 2 – Análisis de los sobrecostos o gastos no estándares de la empresa

3.2. Estrategias de mejora en la calidad del servicio de la empresa

Al finalizar con el diagnóstico situacional, se inició con el diseño de la mejora, lo cual abarca herramientas de gestión de la calidad para la solución de las cuatro principales causas raíz identificadas mediante el diagrama Ishikawa. Es así como se desarrolló el análisis 5W1H (Tabla 2) para evaluar cada causa raíz y determinar la herramienta más apropiada en cada caso.

CAUSAS	WHERE	WHO	WHEN	WHY	HOW
CR1: Falta de proactividad por parte de los trabajadores en la ejecución de sus funciones.	Área administrativa	Secretaria	2023	Desarrollo inadecuado de sus funciones, falta de conocimiento de la plataforma de elaboración de facturas y existen muchos reprocesos en la elaboración de facturas.	Seis Sigma
CR2: Falta de control de los vehículos en la playa de estacionamiento y lavadero.	Área administrativa	Secretaria	2023	La persona encargada tiene otras funciones, por ello descuida el registro de los vehículos., errores en el registro de la placa del vehículo, no hay control de la hora de entrada o salida del vehículo y falta de comunicación entre operarios de lavado y secretaria.	DMAIC

CAUSAS	WHERE	WHO	WHEN	WHY	HOW
CR3: Falta de capacitación técnica y teórica a los trabajadores.	Área de lavado	Operarios de lavado	2023	Cada operario sigue su propio proceso de lavado de autos, ya que no hay uno estandarizado, el tiempo de desarrollo del servicio es mayor al esperado por el cliente y la falta de conocimiento de las tareas asignadas.	PHVA
CR4: Falta de una correcta gestión de compras.	Área de compras	Secretaria y gerente general	2023	Falta de verificación previa al inventario y toma de decisiones apresuradas por parte del gerente.	PHVA

Tabla 2 – Diagrama 5W1H para alternativas de mejora en la gestión de la calidad

El diseño de la metodología Six Sigma inició con la fase de definición, donde en el proceso de elaboración de facturas, se identificó que la encargada no conocía a detalle el manejo de la plataforma y realizaba el trabajo empíricamente en vez de consultar con el personal responsable; por ende, generaba un reproceso en la elaboración de esas facturas. En base a ello, se cuantificó la cantidad de facturas emitidas y defectuosas. Con esta data y con ayuda del programa Minitab 18, se halló el nivel Six sigma, teniendo como límite especificado inferior a cero y como límite especificado superior a dieciocho. En la fase de medición, se calculó del índice de capacidad con la muestra mensual de facturas defectuosas en el año 2022 y con los límites de especificación establecidos en el párrafo anterior. La figura 3 muestra la capacidad de proceso, la cuál es igual a 0.74, que al ser un valor menor a 1; indica que el proceso de producción no es capaz de operar dentro de las especificaciones. Adicionalmente, en la campana de Gauss, las colas de izquierda y derecha pasan los límites de especificación inferior y superior.

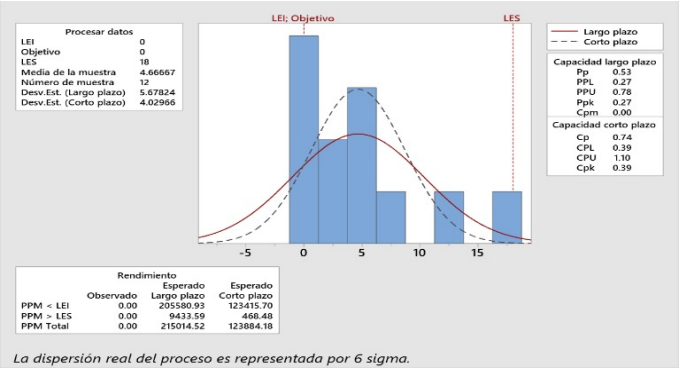


Figura 3 – Capacidad del proceso de elaboración de facturas en la empresa

De igual forma, se utilizó el valor Z para el cálculo del nivel sigma, este indica la probabilidad total de defecto en el proceso previo a la aplicación de las herramientas de mejora. Generando un nivel sigma de 0.79 y cuantificando un error total de 215014.52 PPM o 21.50% (Figura 4)

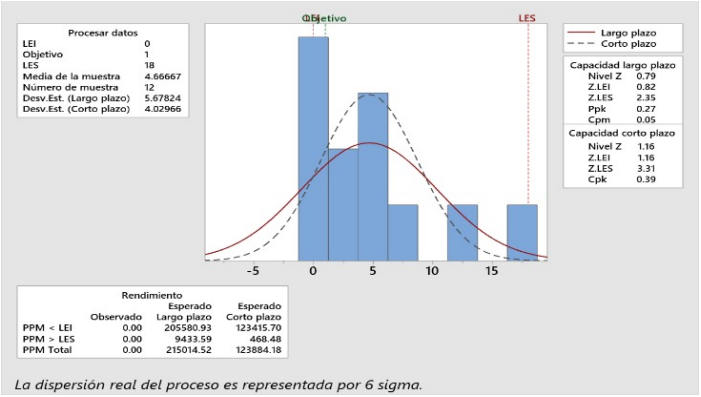


Figura 4 – Nivel sigma del proceso de elaboración de facturas en la empresa

Para la fase de análisis se confirma que claramente el desconocimiento del proceso y el mal manejo de la plataforma es lo que genera malos resultados. Adicionalmente, se determinó que la encargada de la función mantenía la información desordenada sin aplicar un criterio cronológico lo cual condicionaba la presencia de errores.

Posteriormente al diseño de la metodología Six Sigma, se propuso una primera capacitación a cargo de la asistente del gerente, acompañada de una constante supervisión semanal a la encargada del proceso de elaboración de facturas. Además, se contempló el uso de un instructivo indicando paso a paso el desarrollo del proceso en mención y las posibles soluciones frente a algún error. Adicionalmente, se dispuso a mejorar el control por cada servicio realizado por la empresa, anexando diariamente los documentos a facturar.

Luego, se continuó con el diseño de la segunda herramienta: la metodología DMAIC, la cual se desarrolló con el objetivo de impactar positivamente en la causa raíz número dos. Como primera fase se tiene ala etapa de definir. El problema de la playa de estacionamiento era producido cuando no se anotaban las unidades entrantes en el cuaderno de control, ni tampoco se realizaba la entrega del ticket de ingreso, dando oportunidades a que ese vehículo se vaya sin pagar lo consumido u ocasionar problemas de deshonestidad y pérdida de confianza con la persona encargada. De igual forma ocurría en la sección del lavadero. La segunda fase consistió en medir y se cuantificó mediante la variable de desorganización del colaborador activo, ya que por ese motivo existía la pérdida en los registros de distintos vehículos. En base a ello, se desarrolló un análisis de las pérdidas de posibles clientes con los fallos ocurridos por la falta de control. Marzo y diciembre del 2022 cuentan con los números más altos de fallas de control, siendo de 15 para cada uno, y para enero 2022 el número más bajo fue 5 fallas de control. En esta fase se midieron cuántos errores se habían cometido y los potenciales clientes perdidos.

La tercera fase fue la de analizar. En ella se determinó que, si el colaborador a cargo prestaba mayor atención y se le capacitaba regularmente, los problemas debido a la desorganización serían evitados. Para esto se establecieron alternativas tales como capacitaciones, charlas y se gestionaron posibles escenarios de cómo se arreglaría y disminuiría el porcentaje de descontrol. Para esta fase, se diseñó el AMFE (Figura 5), donde se analizaron cuál de todos los procesos era el más crítico para tomar acciones y así evitar mayores pérdidas y/o procedimientos erróneos en la empresa.

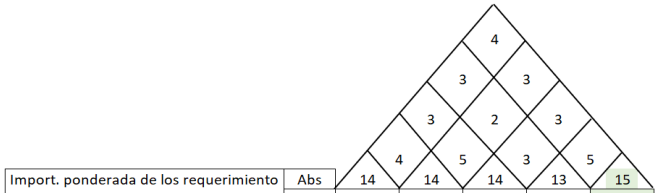
AMFE DISEÑO - ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS															
Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NPR inicial	Acciones recomend.	Responsable	Acción Tomada	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NPR final
Contacto con los clientes	Mala atención al cliente.	Preferencia a otros multiservicios.	Falta de motivación, y capacitación de servicio al cliente.	Encuesta a los clientes.	8	7	6	336	Capacitaciones de como se debe tratar al cliente.	Secretaría y Operarios	Se brinda capacitación de trato a los clientes.	4	5	4	80
Ingreso de datos correspondientes al cuaderno de control	Ingresan errónea la placa, la empresa o el servicio a realizar.	Equivocación en proceso de realizar la factura.	Falta de seguimiento y atención a la unidad de transporte.	Cuaderno de control con liquid paper o borrones.	9	9	8	648	Cuaderno de control pre diseñado y capacitación del orden correcto.	Secretaría	Se brinda cuaderno especial y se dá una capacitación al respecto.	5	6	4	120
Emisión de Factura	Equivocación en poner RUC, placa o precio.	Anulación y emisión de nueva factura.	Falta de atención al realizar las facturas.	Anulación de facturas en sistema.	8	8	10	640	Concentración en el momento y verificar si los datos son correctos.	Secretaría	Talleres dinámicos para la mejora de atención.	5	5	4	100
Verificación de la estadía de unidad en el local	No revisa si la unidad aún está en el local.	Unidades se van sin pagar.	Falta de interés y atención para salir a revisar.	Queda un pago pendiente.	9	3	4	108	Cada 30 minutos hacer el recorrido por instalaciones.	Secretaría y Operarios	Itinerario de recorridos en campo.	4	5	4	80
Envío / Impresión de factura	No saben utilizar/conectar la impresora.	Daño o malogro de la máquina para imprimir.	Falta de conocimiento sobre la utilización de la máquina.	Usuario indica que no se le ha entregado su factura.	6	3	3	54	Capacitación de el utilizamiento correcto de máquina.	Secretaría	Se brinda capacitación del uso de las máquinas.	3	5	6	90
Cobro del servicio	Cobran un monto erróneo.	Descuento al operario, y desmotivación al operario.	Falta de atención al momento de cobrar.	Dinero sobrante o restante.	9	2	9	162	Cuadre de caja en medio día y en la noche.	Secretaría	Itinerarios de cuadre de cajas.	6	6	3	108

Figura 5 – Matriz AMFE respecto a la falta de control en unidades de transporte

Se prosiguió con la fase de mejorar, donde se implementaron las capacitaciones al operador sobre el control apropiado al momento de realizar diariamente su labor en el establecimiento. Teniendo en cuenta lo siguiente, se diseñó un plan de capacitaciones a los operarios y a la secretaria, el cual constó de 5 sesiones de capacitaciones relacionadas con: el contacto y fidelización del cliente, el correcto control de ingreso, concentración, máquinas de trabajo y la optimización de tiempos y eficiencia. Por último, para la fase de controlar, fue necesario establecer si se solucionó la problemática planteada en la primera fase. Con ayuda del gerente se implementó un checklist virtual y físico para el control diario. Respecto a las capacitaciones que se brindaron, estas fueron controladas mediante un formato de asistencia el cual debía ser llenado obligatoriamente 5 minutos antes de finalizar la sesión.

Por otra parte, se continuó con el diseño metodológico del ciclo PHVA, este se realizó a fin de suprimir la causa raíz 3, que hace referencia a la ausencia de capacitación técnica y teórica de los operarios. En la fase de planificar se identificó que todos los operarios del área de lavado no estaban capacitados y trabajaban de manera empírica. Esto evidenció la necesidad de mejorar su desempeño y por lo tanto la calidad del servicio brindado. Posteriormente, se elaboró la matriz QFD (Quality Function Deployment); esta herramienta ayudó a identificar y priorizar las necesidades de los clientes para traducirlas en los requerimientos internos de la organización para el desarrollo del servicio de lavado. En base a ello se estructuró un DOP (Diagrama de operaciones) para el servicio de lavado, con el cual se capacitó a los trabajadores de dicha área. En la fase de hacer, se diseñaron todas las acciones planeadas anteriormente, tanto la matriz QFD (Figura 6) como también una diagramación del proceso de lavado de vehículos, el cual

se elaboró en base al conocimiento previo de los trabajadores más antiguos y boletines informativos.



Import. ponderada de los requerimiento técnicos	Abs	14	14	14	13	15			
	Relat	1.077	1.077	1.077	1.000	1.154			
		Excelente atención	Ambiente limpio	Herramientas en	Procedimiento de	Inspección previa	**Buena**	**Regular**	**Mala**
Realización del servicio de forma rápida	5	9	3	9	9	3	C	A	B
Esperar en un ambiente agradable	1	9	9	1	0	1	C	B	A
Óptimos resultados del lavado	5	3	0	9	9	9	C	A	B
Ser atendido por personal capacitado	3	9	0	1	9	9	B	C	A
Importancia ponderada por requerimiento cliente	Acum	44.00	26.00	34.00	41.00	36.00			
	Relat	1.69	1.00	1.31	1.58	1.38			
Importancia ponderada de los req técticos del producto o servicio	Acum	47.38	28.00	36.62	41.00	41.54			
	Relat	1.69	1.00	1.31	1.46	1.48			

Figura 6 – Matriz QFD de las especificaciones técnicas y de los clientes

Para la fase de verificar, tras haber culminado la puesta en marcha de las acciones, se consideró la revisión total del servicio mediante un checklist. La verificación se dio por 5 ítems: componentes usados, actividades realizadas, incidencias, tiempos de servicio y servicio final. Adicionalmente, se determinaron indicadores para darle seguimiento a las acciones propuestas en la fase de hacer: el éxito de la matriz QFD se estableció en base al número de clientes satisfechos al día sobre el número total de cliente al día; el éxito del diagrama de flujo se determinó en base al número de servicios realizados a la semana y el éxito de la capacitación a los operarios del área de lavado estuvo en función de dos indicadores: el primero corresponde al número de operarios capacitados sobre el número total de operarios y el segundo es una relación al número de días con el almacén ordenado sobre el número total de días trabajados. Para la fase de actuar, tras comparar los resultados actuales versus los anteriores a la implementación de las acciones, se aplicaron de manera definitiva para estandarizarlos, por ello, en el formulario diseñado, se consideró hacer una lista de las partes afectadas y las intervenciones que deben realizarse para suprimirlas.

Por otra parte, el diseño de mejora en la gestión de compras se desarrolló mediante las fases del PHVA y hace noción de lo suscitado a la causa raíz sobre la desorganización y poco conocimiento de la gestión de inventarios como la parte de gestión de las compras en productos. La primera fase fue planificar, donde se planteó realizar un conteo del inventario actual dentro del almacén para conocer el stock; a la vez, se propuso planificar que los productos que solo tengan pocas unidades se deben reponer. Se planteó todo ello debido a que tras un breve análisis se observó gran cantidad de productos en el almacén desde años anteriores, muchos de ellos ya vencidos. De igual forma, se observó que no existía un operario encargado únicamente del inventario y a la gestión de compras correspondientes. En la segunda fase de hacer, se generó el inventario de los productos

con el detalle de sus presentaciones, marcas y precios; cuantificándose 1403 productos en inventario con una suma acumulada total de $29,173.48 aproximadamente. Al tener en consideración la lista correspondiente al inventario, tomó relevancia las marcas con las que la empresa trabajaba, entre ellas: Chevron, Mobil, Simoniz, Ypf, Gmc Blue, Petra, Topcar, Zintex, Vistony, Purolator, Lubristone, Blp Premiun, entre otras. Ello sirvió para gestionar mayores alianzas con las principales empresas proveedoras de la empresa; por lo cual fue necesario que en toda ocasión la persona encargada realice como mínimo un pedido para que se siga teniendo un vínculo de proveedor-cliente y se brinden los mayores beneficios posibles tales como: compras facturadas a 60 días, uso de merchandising del proveedor, descuentos especiales, entre otros.

La tercera fase de verificar tuvo en consideración que todo lo anteriormente mencionado se ejecute mediante el gerente general, quien debía dar la confirmación final a lo existente en inventario por el Acta de Conformidad de Inventario y el Acta de Confirmación para Solicitud de Nuevos Pedidos. Finalmente, en la fase de actuar se ven todas las acciones mencionadas realizadas en conjunto, donde cada colaborador tenía en cuenta sus funciones y las ejecutaba de forma correcta, haciendo que el inventario se mantenga en orden como que también se garantizaba que no vuelva a suscitarse las compras de emergencia innecesarias.

3.3. Simulación sobre el impacto en la rentabilidad

Se estimó que cada una de las herramientas de calidad diseñadas tendría un impacto positivo sobre la rentabilidad, sin embargo, en un contexto de incertidumbre, se debía tomar en cuenta la posibilidad de diversos escenarios en los que la rentabilidad podría ajustarse a lo planificado o, por el contrario, ubicarse por debajo de lo esperado. En ese sentido, se utilizó Microsoft Excel para establecer un modelo de simulación que permita evaluar "n" escenarios aleatorios para el estado de ganancias y pérdidas. Por consiguiente, se utilizó la función de números aleatorios para establecer parámetros de variabilidad para ventas y los gastos. Las ventas representaron una variable independiente, pero se estableció un mínimo y máximo en función a los análisis de mercado y a su comportamiento histórico. En el caso de los gastos, se tomó en cuenta que estos podrían variar dependiendo de la reducción de costos planteada con las herramientas de calidad. Un escenario pesimista contempló una reducción equivalente a 0 y se estableció una reducción máxima posible de $ 2000. Como última etapa, se consideró un código de programación para repetir la simulación para 1000 escenarios aleatorios según los parámetros establecidos (Figura 7) y se pueda obtener una rentabilidad promedio para los próximos 5 años.

Una vez que Microsoft Excel procesó los 1000 escenarios aleatorios, se hizo un análisis estadístico en Minitab 18 (Figura 8). La simulación mostró un promedio de 10.44% ± 3.74% para la rentabilidad. Asimismo, la rentabilidad fluctuó entre un valor mínimo de -0.367% y un máximo de 20.87%. Por otro lado, el intervalo de confianza permite afirmar que, ante distintos muestreos idénticos, se tendría un 95% de probabilidad de estimar intervalos que incluirían la media entre el 10.2% y el 10.67%. Una prueba Z sobre la muestra determinó que la media de la simulación era significativamente superior sobre la rentabilidad del 2022 (8.62%) con un valor p de 0.000.

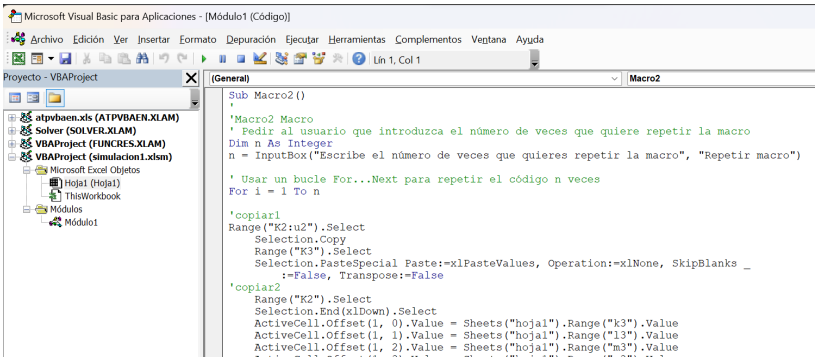


Figura 7 – Código Visual Basic en Microsoft Excel para modelo de simulación de datos

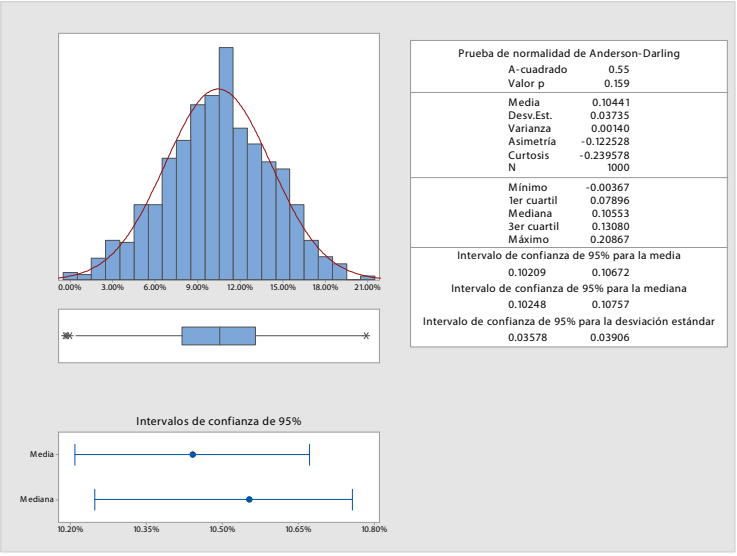


Figura 8 – Análisis estadístico sobre la rentabilidad a partir de 1000 escenarios aleatorios

En la Figura 9 se puede el efecto de las ventas y los gastos sobre la rentabilidad. En el caso de las ventas, se puede observar que es la variable con mayor impacto sobre la rentabilidad. Un escenario negativo en las ventas podría ubicar a la rentabilidad en valores cercanos al 0%. Respecto a los gastos, los gastos de ventas representaron el mayor efecto sobre la rentabilidad ya que las herramientas de calidad se enfocaron mayormente en una mejora significativa del proceso de ventas.

4. Conclusiones

Para las pequeñas y medianas empresas es crucial la gestión de la calidad, pues garantiza la satisfacción de sus clientes, el crecimiento, la eficiencia operativa y su reputación en

el mercado. Aunque suele ser un gran desafío para las pequeñas empresas, adoptar prácticas de calidad sólidas impacta positivamente en su éxito a largo plazo. A pesar de ello, ciertas veces se omite una correcta gestión de calidad considerando que la inversión es innecesaria. En la presente investigación, se evidenció la falta total de control en los procesos, generando una baja utilidad neta; por ende, en los indicadores de rentabilidad. Se resalta la falta de control en los procedimientos, afectando gravemente a la empresa respecto a la fidelización del cliente, optimización de tiempo, recursos y demás. Por consecuencia, el diseño de herramientas de gestión de calidad permitió evidenciar una notable optimización de recursos y procesos; esto se refleja en la transición del estado deficiente en el que se encontraba a un estado óptimo. No obstante, se considera relevante que pase a ser una política de mejora continua a largo plazo.

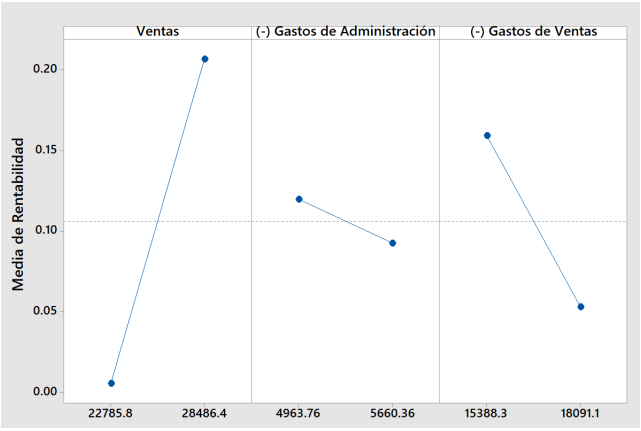


Figura 9 – Efecto de las ventas y gastos sobre la rentabilidad evaluados a partir de la simulación de datos

Por otro lado, una deficiencia latente en pequeñas empresas peruanas es el inadecuado sistema para su toma de decisiones. Como consecuencia, la incertidumbre retrasa implementaciones de estrategias o conlleva a cometer errores gerenciales en inversiones relevantes para el negocio. Sin embargo, el presente estudio ha demostrado la viabilidad de tomar de decisiones reduciendo la incertidumbre a través de un modelo de simulación de bajo costo y accesible.

Finalmente, se pudo concluir que las herramientas de calidad permitirían obtener una rentabilidad promedio entre el 10.2% y el 10.67%. Dicho intervalo resulta certero al haber evaluado 1000 escenarios distintos conjugando las ventas y los gastos. Asimismo, se demostró que la diferencia era estadísticamente significativa en comparación con el 8.62% de rentabilidad del 2022 de la empresa.

Referencias

Gutiérrez, H. (2010). Calidad Total y Productividad. México: McGraw Hill.

ISO (2015). Sistemas de gestión de calidad ISO (9001:2015). Recuperado de https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es

Loor-Ponce, M., & MuyulemaAllaica, J., (2021). La gestión de calidad y su incidencia en la rentabilidad. Caso empresa "Aseos Delfín S.A.", Portoviejo Ecuador. 593 Digital Publisher CEIT, 6(6), 582-598. https://doi.org/10.33386/593dp.2021.6.823.

Bravo, C., Valdivieso, P. d E. A., & Arregui, R. (2018). Los sistemas de información en la toma de decisiones gerenciales en las empresas comerciales de Portoviejo. ECA Sinergia, 9(2), 45. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v9i2.1334

Colina Ysea, F. J., Isea-Argüelles, J. J., & Aldana-Zavala, J. J. (2021). Impacto del COVID-19 en pequeñas y medianas empresas del Perú. Revista de ciencias sociales – Universidad de Zulia Universidad del Zulia. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales Vol. XXVII, (4). ISSN: 1315-9518 ISSN-E: 2477-9431 https://doi.org/10.31876/rcs.v27i.36991.

Gutiérrez S. (2021). Impacto en la Situación Económica y Financiera de la empresa Obiettivo Lavoro Los Andes S.A.C. en el contexto del COVID 19, Arequipa 2019-2020 [Tesis de Contador Público, Universidad Cesar 41 Vallejo]. Repositorio Institucional Digital UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/74414

Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F., (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. E-IDEA Journal of Engineering Science, 4 (10), 59- 69. Recuperado a partir de https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240

Sanz, M. J. M., & Blanco, T. P. (2015). Herramientas para dimensionar los mercados: la investigación cuantitativa. ESIC.

Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia, 2, 1-11.

Mousalli-Kayat, G. (2015). Métodos y diseños de investigación cuantitativa.

Corona (2016). Apuntes sobre métodos de investigación. Medisu, 14(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-897X2016000100016&script=sci_arttext&tlng=pt

Ventura (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista cubana de salud Pública, 43(4). Obtenida de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0864-34662017000400014&script=sci_arttext&tlng=en

Otzen T. y Manterola C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Revista cubana de salud Pública, 35(1). Obtenida de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext&tlng=pt

Lama Zubirán, P., Lama Zubirán, M., & Lama García, A. (2021). Los instrumentos de la investigación científica. Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique. Horizonte de la ciencia, 189-202.

Hernández S. y Samperio T. (2018). Enfoques de la Investigación. Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA, 7(13), 67-68. https://doi.org/10.29057/icea.v7i13.3519

Pulido Polo, M. (2015). Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción, 1137- 1156.

Ortega-Carbajal, M. F., Hernández-Mosqueda, J. S., & Tobón-Tobón, S. (2015). Análisis documental de la gestión del conocimiento mediante la cartografía conceptual. Ra Ximhai, 141-160

Hernández H. y Tobón S. (2016). Análisis documental del proceso de inclusión en la educación. Ra Ximhai 1665-0441

Panduro, J. M. (2019). Mejora en la gestión de producción y calidad para incrementar la rentabilidad de Bona Logistic E.I.R.L. (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de http://hdl.handle.net/11537/23428

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/09/2023
Aceitação/Acceptance: 10/11/2023

Modelo de simulación aplicado en la mejora continua para disminuir costos en la empresa Anís & Canela E.I.R.L. Trujillo-Perú

Bazán Soto María José[1], Mujica Ramírez Ariana Fabiola[2], Miñan Olivos Guillermo Segundo[3]

N00202261@upn.pe; N00201940@upn.pe; guillermo.minan@upn.pe

[1,2,3] Universidad Privada del Norte, Trujillo, 13001, La Libertad, Perú.

Pages: 274-288

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo proponer un plan de mejora continua para reducir costos de pérdidas en las áreas de almacén y producción de Anís & Canela E.I.R.L. – Trujillo – 2023. Se hizo un estudio descriptivo con un enfoque cuantitativo. En el caso de los resultados, la aplicación de las herramientas estimó una reducción de costos de $ 3777.73. Asimismo, la simulación de datos (1000 escenarios probables) permitió concluir que las estrategias de mejora continua tenían una alta probabilidad de éxito para el largo plazo (5 años). Para demostrar ello se tomaron en cuenta los siguientes indicadores financieros: intervalo de confianza de 95% para la media del flujo de caja entre $ 1472.1 y $ 1628.0, probabilidad del 75.27% de que el VAN sea mayor a 0 y una TIR entre el 10% y 38.5% en el 50% de los escenarios.

Palabras-clave: mejora continua, DMAIC, QFD, AMFE, simulación

Simulation model applied in the continuous improvement to reduce costs in the company Anís & Canela E.I.R.L. Trujillo-Peru

Abstract: The objective of this research was to propose a continuous improvement plan to reduce loss costs in the warehouse and production areas of Anis & Canela E.I.R.L. - Trujillo - 2023. A descriptive study with a quantitative approach was conducted. In the case of the results, the application of the tools estimated a cost reduction of $ 3777.73. Likewise, the data simulation (1000 probable scenarios) allowed concluding that the continuous improvement strategies had a high probability of success for the long term (5 years). To demonstrate this, the following financial indicators were taken into account: 95% confidence interval for the mean cash flow between $ 1472.1 and $ 1628.0, probability of 75.27% that the NPV is greater than 0 and an IRR between 10% and 38.5% in 50% of the scenarios.

Keywords: continuous improvement, DMAIC, QFD, FMEA, simulation

1. Introducción

En una visión global, la efectividad del ámbito económico tanto de las pequeñas como las medianas empresas juega un papel importante en el crecimiento o caída del producto bruto interno, así como en el aumento de la pobreza extrema por falta de empleos (Adan, et al., 2022). Todas las empresas tuvieron que encontrar una manera de garantizar su sostenibilidad mediante una planificación estratégica basada en tecnología después de que la inesperada pandemia que comenzó en 2020 afectó a todas las empresas a nivel mundial. Debido a que la elaboración de los productos está ligada al mercado interno, lo que significa que la población y la economía dependen de la actividad de estas empresas, las pequeñas y medianas empresas cuentan actualmente con un adecuado desarrollo productivo en los países de América Latina. (Navarro et al., 2020). Las empresas, al mejorar periódicamente sus procesos de producción, garantizan su longevidad en el mercado. Una adecuada organización en el seguimiento de las metas de corto y largo plazo que el empresario tiene para su crecimiento es el resultado de factores rigurosos que se siguen para conformar la producción y el nivel de ventas. Los altos costos que afectan a muchas empresas hacen que sea más fácil comprender y comparar cómo se compara la posición financiera de una organización con la de otras (Cuccia, 2020). Por otro lado, para que el negocio tenga éxito, también debe concentrarse en resolver problemas sociales para conquistar clientes y mejorar los procedimientos internos (Felipe, 2021). El tamaño del negocio importa en el Perú porque afecta los costos. Unas pocas empresas medianas miden sus operaciones, pero la mayoría no lo hace, y las pequeñas empresas nunca lo hacen.

Un caso específico en el Perú ocurre en la pequeña empresa Anís y Canela E.I.R.L., donde se presentan los siguientes problemas: falta de un plan de producción, falta de personal capacitado, falta de control de proveedores, falta de organización, falta de historial de ventas y falta de un plan de mantenimiento. Sin un plan de producción, las líneas de procesamiento permanecen inactivas. Este plan establece los distintos recursos necesarios para la producción, teniendo en cuenta los tiempos de entrega, los inventarios de suministros y el número necesario de operadores. Todos ellos ayudan a la empresa a cumplir su promesa de entregar cada producto en el momento oportuno. Además, se debe entender que podrían ocurrir problemas de planificación, tales como: planificar de manera muy conservadora, lo que se ve como un beneficio, pero impide actuar ante cambios imprevistos; por otro lado, la empresa podría inclinarse hacia metas muy ambiciosas; sin embargo, es fundamental que estos objetivos estén en consonancia con la realidad y tengan en cuenta limitaciones realistas para garantizar su cumplimiento. En ese sentido, se debe tener en cuenta que el mercado es volátil y que los procesos productivos se llevan a cabo dentro de parámetros de variabilidad; es decir, las operaciones de la empresa se ejecutan en un contexto de incertidumbre lo cual dificulta la toma de decisiones adecuada.

Por otro lado, al no existir un historial de ventas, es imposible analizar la demanda estimada en un estudio. Por lo tanto, se produce más producto del necesario y, como no se puede vender a tiempo, se ofrece a un precio más bajo en lugar de esperar hasta que se estropee. Asimismo, la falta de un plan de mantenimiento genera altos costos con el tiempo, ya que las máquinas deben detenerse para realizar el mantenimiento necesario. Por todo lo expuesto, se puede afirmar la necesidad de ejecutar un plan de

mejora continua en la empresa, sin embargo, también se hace latente la necesidad de contar con un sistema de toma de decisiones ante la incertidumbre de las operaciones, que genere confianza en los directivos de la pequeña empresa ante cambios propuestos en su funcionamiento. Debido a ello se planteó la siguiente pregunta de investigación. ¿Se puede aplicar un modelo de simulación para demostrar el impacto de la mejora continua en los costos de la empresa Anís & Canela E.I.R.L. Trujillo-Perú?

2. Metodología

El presente estudio fue descriptivo porque tuvo como objetivo describir las características de un evento para obtener datos cuantitativos de las variables en estudio sin intentar llegar a explicaciones arbitrarias (Guerra, Posada y Giraldo, 2018). En este sentido, el estudio se considera descriptivo porque abarco las diversas problemáticas de la empresa. Este tipo de investigación se considera no empírico porque implica la observación directa del fenómeno en su entorno natural con fines de análisis. (Fernández, 2017). Por este motivo, se dice que la investigación es no experimental ya que sólo observa situaciones sin manipular lo sucedido. El estudio utilizó un diseño transversal, cuya principal característica es su carácter único. (Manterola, Quiroz, Salazar y García, 2018).

La población es el objeto de estudio, donde una proporción con características similares son una muestra (Ortés, 2017). Esta investigación tuvo como población los procesos de la empresa Anís y Canela. La muestra es un subconjunto de la población que, debido a que todos sus miembros comparten las mismas características, acorta el tiempo necesario para estudiar una población relativamente pequeña y al mismo tiempo mejora la calidad del estudio. (Arias, Villasís y Miranda, 2016). En concordancia con ello, se seleccionaron solo los procesos críticos mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Por otro lado, es importante hacer uso de los instrumentos y técnicas que garanticen un adecuado levantamiento de la información. Las técnicas son procedimientos que se tienen en cuenta para las diferentes etapas del método científico (Pulido, 2017), así como también permiten recopilar información del objeto de estudio (Gómez, 2021). Ahora bien, los instrumentos se basan de acuerdo con el tipo de investigación (Cisneros, Urdánigo, Guevara y Garcés, 2010), gracias al uso de estos, ayudan en el registro de las situaciones para una mayor precisión de lo que se observa (De la Lama, De la Lama y De la Lama, 2022). Por ello, en el presente estudio se utilizaron la guía de observación y la recopilación documental para la recopilación de información importante que pueda respaldar científicamente el estudio (Peña, 2022). De la misma manera, se usaron los siguientes instrumentos tales como: guía de observación y guía de recopilación documentaria; los cuales tiene relación directa con los análisis cuantitativos, refiriéndose a la estadística descriptiva y herramientas de ingeniería (Fernández, 2020).

Respecto al análisis de datos se analizaron los procesos de venta y el volumen de productos vendidos cada día y cada mes. Esta información fue crucial para determinar una demanda estimada y lograr un inventario de oferta adecuado y no tener productos vencidos. Al realizar un análisis de contenido, se solicitó al director de la empresa los datos necesarios para un análisis preciso. En donde se proporcionaron los precios de cada producto y los costos de mano de obra. Estos datos fueron útiles en el cálculo de la monetización porque se calculó cada costo variable, como la cantidad, el tiempo de inactividad y los tiempos de parada de la máquina. De la misma manera, con el fin de

mejorar la calidad de los productos que ofrece la empresa, se continuó desarrollando el diseño de la propuesta utilizando las metodologías DMAIC, QFD y Six Sigma.

Posteriormente, se aplicó un modelo de simulación programado en Microsoft Excel. Como variable de entrada de consideraron los costos asociados a la mejora continua de la empresa, asimismo, se estableció un parámetro de variabilidad para los costos: un valor mínimo en un escenario probable de reducción de costos y un valor máximo en caso los costos se mantuvieran en el promedio histórico de la empresa. Los datos fluctuaron de manera aleatoria mediante la función de Excel denominada aleatorio. entre. Como variables de salida se calcularon: la reducción de costos, el flujo de caja, el valor actual neto y la tasa interna de retorno. Se aplicó un código de programación con la finalidad de repetir y almacenar los datos de cada escenario simulado para "n" veces.

```
Sub Macro1()
'
' Pedir al usuario que introduzca el número de veces que quiere r
Dim n As Integer
n = InputBox("Escribe el número de veces que quieres repetir la r

' Usar un bucle For...Next para repetir el código n veces
For i = 1 To n

'copiar1
Range("n2:w2").Select
    Selection.Copy
    Range("n3").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNor
        :=False, Transpose:=False
'copiar2
    Range("n2").Select
    Selection.End(xlDown).Select
    ActiveCell.Offset(1, 0).Value = Sheets("hoja1").Range("n3").V
    ActiveCell.Offset(1, 1).Value = Sheets("hoja1").Range("o3").V
    ActiveCell.Offset(1, 2).Value = Sheets("hoja1").Range("p3").V
    ActiveCell.Offset(1, 3).Value = Sheets("hoja1").Range("q3").V
    ActiveCell.Offset(1, 4).Value = Sheets("hoja1").Range("r3").V
    ActiveCell.Offset(1, 5).Value = Sheets("hoja1").Range("s3").V
    ActiveCell.Offset(1, 6).Value = Sheets("hoja1").Range("t3").V
    ActiveCell.Offset(1, 7).Value = Sheets("hoja1").Range("u3").V
```

Figura 1 – Código Visual Basic aplicado en Excel para modelo de simulación

3. Resultados

Con el visto bueno de la gerencia de la empresa, se pudo analizar los problemas encontrados dentro de la empresa. Se logró hacer la visita a la empresa, y se inició la primera etapa que corresponde a la observación para identificar los diversos problemas dentro de producción y almacén, se registró la data con ayuda del diagrama de Ishikawa (Fig. 2), donde se visualizó de una forma más amplia los problemas. Cada una de las causas analizadas impactaban en diversos costos de la empresa: Costos de ventas no efectuadas, Costos de tiempos perdidos, Costos de mini cakes defectuosos, Costos de insumos vencidos, Costos de ventas realizadas a menor precio y Costos por tiempos de reparación de máquinas.

Posteriormente, se llevó a cabo la monetización de las pérdidas por cada causa raíz (Ver Tabla 1). El número de ventas perdidas debido a pedidos retrasados en cada mes, lo que resulta en un costo de pérdida de $3,386.49, es el resultado de la ausencia de un plan de producción (CR1) que impide satisfacer las necesidades del mercado. Hay tiempos perdidos que resultan en un costo de $243.05 debido a que personal no está debidamente capacitado en sus funciones (CR2) y desconoce el proceso de decoración

de minicakes. La falta de un control de proveedores (CR3) resulta en una pérdida financiera de $1,543.84 por tener minicakes defectuosos y no cumplir con el requisito de insumos adecuados para la producción. Los insumos que no se utilizan (CR4) o se agotan por falta de organización en el almacén lo que a su vez genera pérdidas por un total de $242,29. Debido a la falta de un registro de ventas diario (CR5), los minicakes no se puede incluir en el servicio ofertado y se descuentan por estar agotados, lo que se refleja en una pérdida equivalente a $1,515.69. La falta de un plan de mantenimiento (CR6) genera pérdidas por paradas de la máquina que suman $1.002,79. En ese sentido, se puede evidenciar que, por diversos errores en la gestión administrativa y productiva, la empresa registra costos elevados en el servicio prestado.

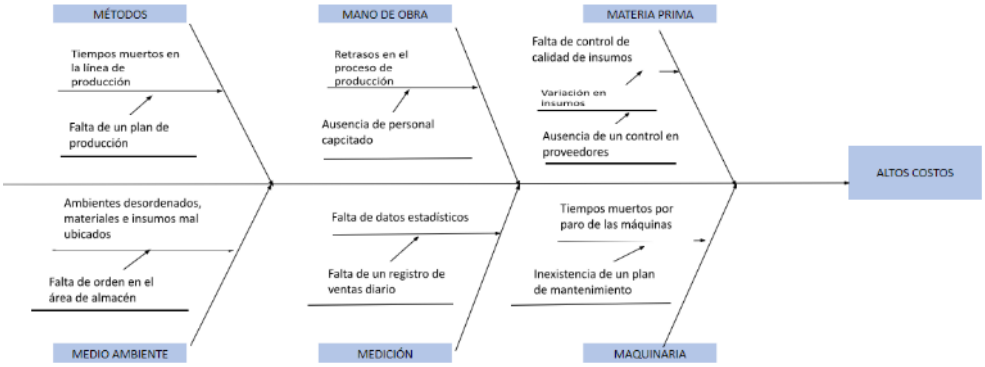


Figura 2 – Diagrama de Ishikawa para el análisis de costos en la empresa

CR	Descripción	Costo	Costo Acumulado	% Costo Acumulado
1	Falta de un plan de producción	$ 3,386.49	$ 3,386.49	43%
3	Ausencia de un control de proveedores	$ 1,543.84	$ 4,930.32	62%
5	Falta de un registro de ventas diario	$ 1,515.69	$ 6,446.01	81%
6	Inexistencia de un plan de mantenimiento	$ 1,002.79	$ 7,448.81	94%
2	Ausencia de personal capacitado	$ 243.05	$ 7,691.86	97%
4	Pérdida de insumos no utilizados	$ 242.29	$ 7,934.15	100%

Tabla 1 – Monetización de las pérdidas por cada causa raíz

Por otra parte, para determinar si los procesos eran estables, los datos se analizaron mediante gráficas de control y estadística descriptiva con histogramas.

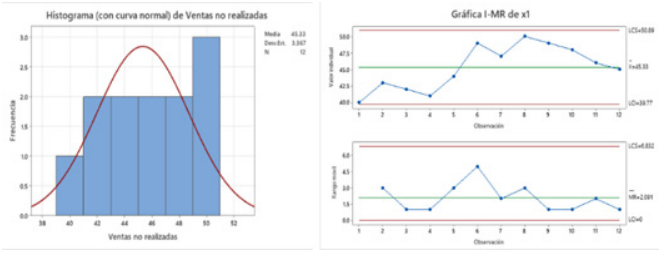


Figura 3 – Histograma y Gráfico de control de CR1

Nota: En la figura se observa que la cantidad de insumos se encuentra bajo control estadístico

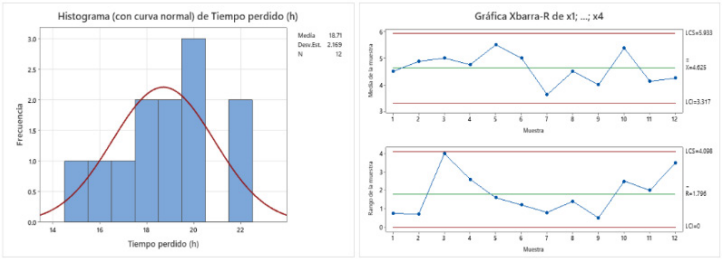


Figura 4 – Histograma y Gráfico de control de CR2

Nota: En la figura se observa que el tiempo perdido en horas por falta de capacitación se encuentra bajo control estadístico

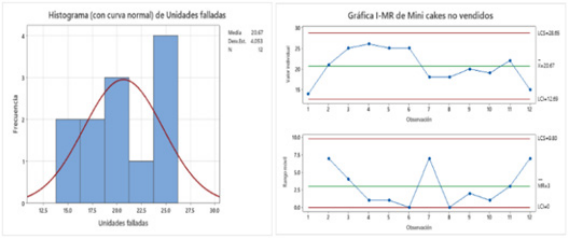


Figura 5 – Histograma y Gráfico de control de CR3

Nota: En la figura se observa que la cantidad de minicakes defectuosos se encuentran al límite del control estadístico

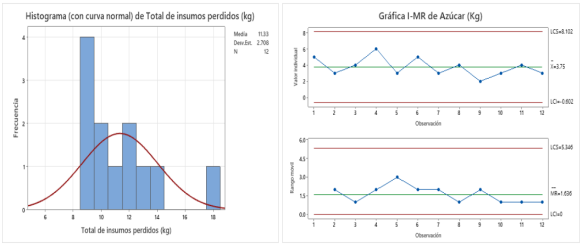


Figura 6 – Histograma y Gráfico de control de CR4

Nota: En la figura se observa que la cantidad de insumos perdidos se encuentran bajo control estadístico

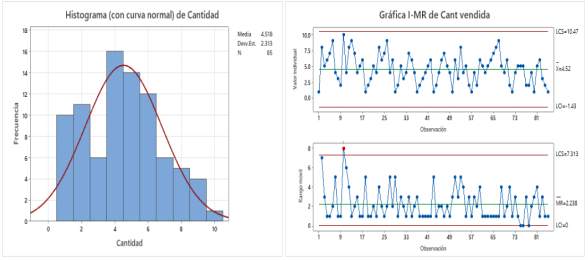


Figura 7 – Histograma y Gráfico de control de CR5

Nota: En la figura se observa que la cantidad de minicakes vendidos se encuentran bajo control estadístico

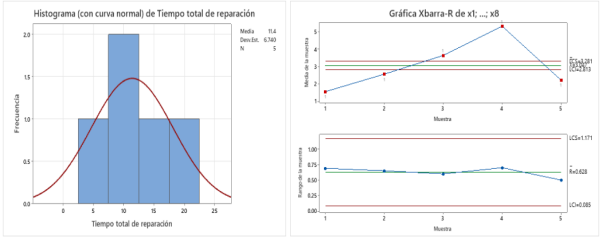


Figura 8 – Histograma y Gráfico de control de CR6

Nota: En la figura se observa que el tiempo total de reparación se encuentran bajo control estadístico

Los gráficos de control se crearon utilizando muestras tomadas durante el tiempo de actividad e inactividad de la empresa o en ciclos de producción. Las Figuras del 3 al 7 evidenciaron la frecuencia de los intervalos de las causas raíz identificadas en la empresa. La información recopilada mediante el programa Microsoft Excel fue

examinada y preparada para su uso en el programa Minitab, con el cual se determinaron las capacidades de cada uno de los procesos. Si bien los gráficos muestran valores dentro de rangos establecidos por la empresa, estas deficiencias no deberían presentarse en las operaciones por lo cual se determinó la necesidad de mejorar cada uno de los procesos involucrados.

Por consiguiente, la solución sugerida implica el uso de herramientas como DMAIC, AMFE y QFD (Quality Function Deployment). En ese sentido, para abordar las causas raíz 1 y 2 se utilizó la Matriz AMFE, la cual tomó en cuenta los insumos en mal estado, el uso excesivo de harina por parte de los operadores por no saber cuánto usar, los minicakes demasiado horneados y una cantidad excesiva de tiempo de decoración debido a la falta de conocimientos prácticos sobre el tema. De esa manera, se planteó la reducción de los NPR.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES															
Proceso	Fallos potenciales			Condiciones existentes					Acción y estado recomendados	Área responsable de la acción correctiva	Resultados				
	Modos de fallo	Efectos	Causas del modo de fallo	Método de detección	Gravedad	Frecuencia	Detectabilidad	Nº Prioridad de riesgo (NPR)			Acción emprendida	Gravedad	Frecuencia	Detectabilidad	Nº Prioridad de riesgo (NPR)
Adquisición de materia prima	Materia prima en mal estado	Retraso en la producción y unidades falladas	Demora en el incio de producción	Fecha de vencimiento y apariencia física	5	4	4	80	Inspeccionar la materia prima al momento de su recepción	Área de compras	Crear área de inspección de materia prima	2	3	3	18
Pesado de los ingredientes	Exceso de cantidad de harina	El queque no creció como debería	Personal no capacitado	Apariencia física detectable	6	3	7	126	Capacitar al personal sobre uso de las herramientas	Área de producción	Capacitación al personal	2	3	1	6
Horneado de mini cakes	Exceso de tiempo de horneado	Retraso en la entrega de pedidos	Personal no capacitado	Apariencia física detectable	7	4	4	112	Capacitar al personal sobre tiempo y temperatura de horneado	Área de producción	Capacitación al personal	2	3	1	6
Decorado de mini cakes	Exceso de tiempo de decorado	Retraso en la entrega de pedidos	Personal no capacitado	Apariencia física detectable	7	5	4	140	Capacitar al personal sobre el decorado de mini cakes	Área de decoración	Capacitación al personal	2	3	2	12

Figura 9 – Matriz AMFE para la mejora de las CR1 y CR2

Para las causas raíz 3 y 4, se aplicó DMAIC y se plantearon acciones de mejora incluyendo: inspeccionar los insumos apenas se reciben, enseñar al personal a decorar minicakes, conocer las cantidades precisas que requiere cada producto para evitar desperdicios y tener en cuenta el tiempo y la temperatura de horneado. A continuación, se utilizó la prueba de normalidad y el informe de capacidad para examinar el antes y después de la propuesta de implementación de DMAIC.

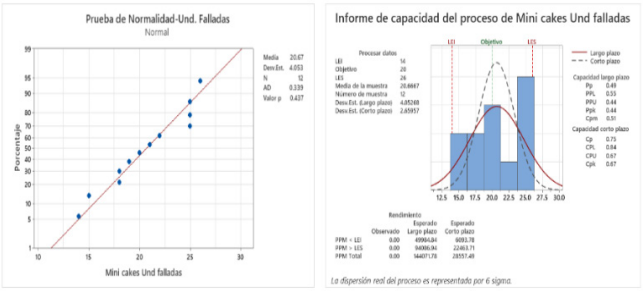


Figura 10 – Prueba de normalidad e informe de capacidad de CR3

Nota: En la figura 10 se observa que el informe de capacidad de la CR3 antes de la implementación de las herramientas para mejorar el proceso productivo.

Para abordar el problema en la CR3 fue necesario contar con una base de datos que contenga a los proveedores que cumplan con estándares de tiempos de entrega y requisitos de insumos. La mejora obtenida se ve en la Figura 11.

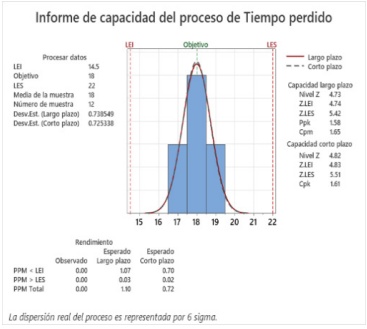


Figura 11 – Capacidad Six Sigma de CR3

Nota: En la figura 11 se observa el informe de capacidad de la CR3 después de la implementación de las herramientas para mejorar el proceso productivo donde el nivel Z es 4.73.

En la figura 12 se puede observar la prueba de normalidad y análisis de capacidad según el comportamiento de la CR4.

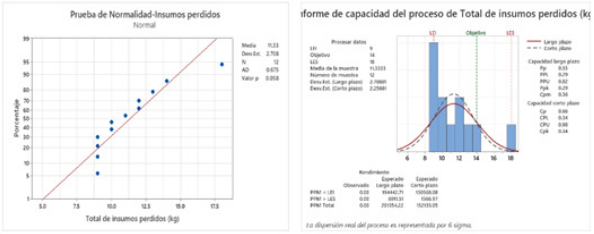


Figura 12 – Prueba de normalidad e informe de capacidad CR4

Nota: En la figura 12 se observa el informe de capacidad de la CR4 antes de la implementación de las herramientas para mejorar el proceso productivo.

El agotamiento de los insumos es el problema por lo que el almacén no estaba organizado de manera adecuada. En el almacén se espera tener un inventario diario y la aplicación de un método acorde al rubro. La implementación de DMAIC fue buena porque aumentó el nivel Z de 0.34 a 2.48. Es decir, la implementación de DMAIC fue eficaz.

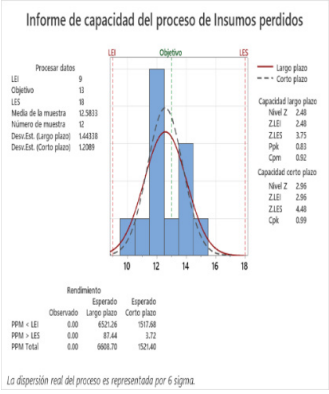
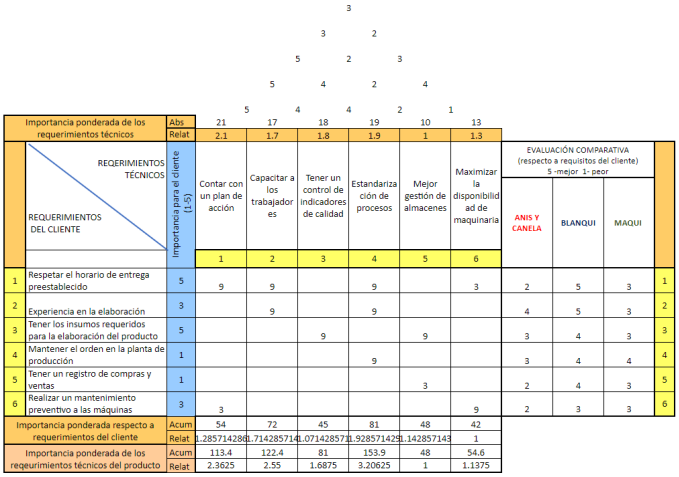


Figura 13 – Capacidad Six Sigma de CR4

Nota: En la figura 13 se observa el informe de capacidad de la CR4 después de la implementación de las herramientas para mejorar el proceso productivo donde el nivel Z es 2.48.

Con el fin de dar solución a la causa raíz 5 y 6 se utilizó el QFD o casa de calidad (Figura 14), donde se determinó cuáles eran los requerimientos dados por los clientes para luego convertirlos en requerimientos técnicos. Se determinó un procedimiento con el objetivo de reducir los problemas, viendo las fallas de las máquinas inesperadas dentro del proceso.



						3						
					3		2					
				5		2		3				
			5		4		2		4			
		5		4		4		2		1		
Importancia ponderada de los requerimientos técnicos	Abs	21		17		18		19		10		13
	Relat	2.1		1.7		1.8		1.9		1		1.3
REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE / REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	Importancia para el cliente (1-5)	Contar con un plan de acción		Capacitar a los trabajadores		Tener un control de indicadores de calidad		Estandarización de procesos		Mejor gestión de almacenes		Maximizar la disponibilidad de maquinaria
		1		2		3		4		5		6
1 Respetar el horario de entrega preestablecido	5	9		9				9				3
2 Experiencia en la elaboración	3			9				9				
3 Tener los insumos requeridos para la elaboración del producto	5					9				9		
4 Mantener el orden en la planta de producción	1							9				
5 Tener un registro de compras y ventas	1									3		
6 Realizar un mantenimiento preventivo a las máquinas	3	3										9
Importancia ponderada respecto a requerimientos del cliente	Acum	54		72		45		81		48		42
	Relat	1.285714286		1.714285714		1.071428571		1.928571429		1.142857143		1
Importancia ponderada de los requerimientos técnicos del producto	Acum	113.4		122.4		81		153.9		48		54.6
	Relat	2.3625		2.55		1.6875		3.20625		1		1.1375

EVALUACIÓN COMPARATIVA (respecto a requisitos del cliente) 5 -mejor 1- peor			
ANIS Y CANELA	BLANQUI	MAQUI	
2	5	3	1
4	5	3	2
3	4	3	3
3	4	4	4
2	4	3	5
2	3	3	6

Figura 14 – Casa de calidad propuesta para mejora de los CR5 y CR6

Luego de haber diseñado las estrategias de mejora continua, se determinó la necesidad de estimar el beneficio económico de las mismas. En la Tabla 2, se puede observar la reducción estimada a partir de las estrategias planteadas para cada problemática de la empresa.

Descripción	Costo Actual	Costo estimado
Falta de un plan de producción (CR1)	3386.49	1643.44
Ausencia de un control de proveedores (CR2)	1543.84	873.29
Falta de un registro de ventas diario (CR3)	1515.69	925
Inexistencia de un plan de mantenimiento (CR4)	1002.79	612.69
Ausencia de personal capacitado (CR5)	243.05	0
Pérdida de insumos no utilizados (CR6)	242.29	102
TOTAL	7934.15	4156.42

Tabla 2 – Estimación en la reducción de costos a partir de la aplicación de estrategias de mejora continua (dólares americanos)

En algunos casos se pudo medir beneficios en el corto plazo, pero respecto a otras estrategias el periodo de observación tendría que incluir un lapso en el mediano plazo como mínimo. En concordancia con dicha realidad, no se podía medir el impacto

económico con los datos disponibles. De la misma manera, toda acción de mejora contiene un grado de incertidumbre que se debe tener en cuenta para determinar con precisión el efecto sobre los costos de la empresa. Por consecuencia, se diseñó un modelo de simulación que evalúe distintos escenarios aleatorios en el futuro y se pueda determinar el beneficio económico con un alto grado de probabilidad.

El modelo de simulación en Excel calculó 1000 escenarios probables para los próximos 5 años, considerando las interacciones posibles de los costos y su impacto en el beneficio económico. En primer punto, la Tabla 2 muestra la estadística descriptiva sobre los datos simulados para cada costo asociado a una causa raíz. La media de los datos simulados es mayor que la de los datos sin simulación en todos los casos, lo que indica que los costos son más altos cuando se considera la variabilidad de los datos. El error típico de los datos simulados es muy pequeño en comparación con la media, lo que indica que la estimación de la media es precisa y confiable. La mediana y la moda de los datos simulados son muy cercanas a la media en la mayoría de los casos, lo que indica que los datos tienen una distribución simétrica y no hay valores extremos o atípicos que afecten la media.

Estadisticos	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
Media	2513.70	1208.61	1225.67	806.46	122.38	171.55
Error típico	7.05	2.70	2.37	1.65	1.02	0.57
Mediana	2522.60	1210.80	1224.80	806.50	122.60	171.60
Moda	2730.40	1262.20	1206.20	849.20	140.20	168.40
Desviación estándar	222.98	85.24	75.02	52.11	32.16	17.95
Coeficiente de Variación	9%	7%	6%	6%	26%	10%
Curtosis	-0.3009	-0.2992	-0.1901	-0.2582	-0.3503	-0.2403
Coeficiente de asimetría	0.0058	-0.0894	0.0824	0.0406	-0.0837	0.0094
Rango	1216.00	472.40	432.20	332.40	175.40	111.80
Mínimo	1936.40	964.60	999.80	659.40	35.00	113.60
Máximo	3152.40	1437.00	1432.00	991.80	210.40	225.40
Datos simulados	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00

Tabla 2 – Costos simulados en 1000 escenarios aleatorios (dólares americanos)

Asimismo, se tomó en cuenta que las mejoras requerían una inversión inicial y costos operativos para mantenerlas en el tiempo. Por consecuencia, se evaluaron 3 variables de salida en el modelo de simulación: flujo de caja, valor actual neto y tasa interna de retorno. La simulación estableció que el flujo de caja podría fluctuar entre -$ 2373.2 y $ 5675.8 para un periodo de 5 años (Figura 15). Sin embargo, se estableció un intervalo de confianza de 95% para la media entre $ 1472.1 y $ 1628.0.

Por otro lado, la simulación estableció que el valor actual neto podría fluctuar entre -$ 2302.39 y $ 3658.33 para un periodo de 5 años. Sin embargo, se estableció un intervalo de confianza de 95% para la media entre $ 597.88 y $ 717.36. Adicionalmente, se presenta la distribución de probabilidad en la Figura 16. Se tomó en cuenta que un proyecto es

viable si su valor actual neto (VAN) es mayor a 0, en consecuencia, la simulación permitió calcular una probabilidad del 75.27% de que el VAN sea mayor a 0.

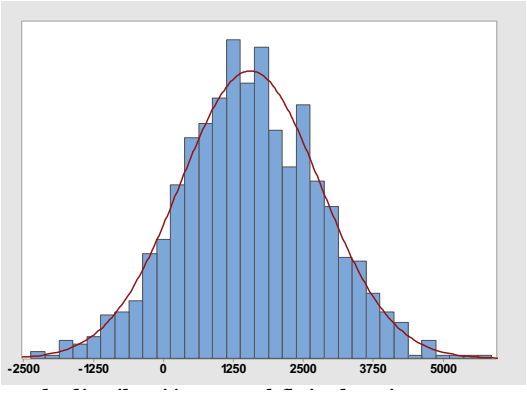


Figura 15 – Histograma de distribución para el flujo de caja ante 1000 escenarios probables

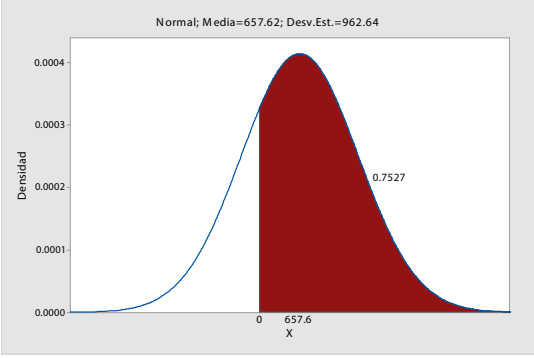


Figura 16 – Distribución de probabilidad del valor actual neto a partir de 1000 escenarios probables

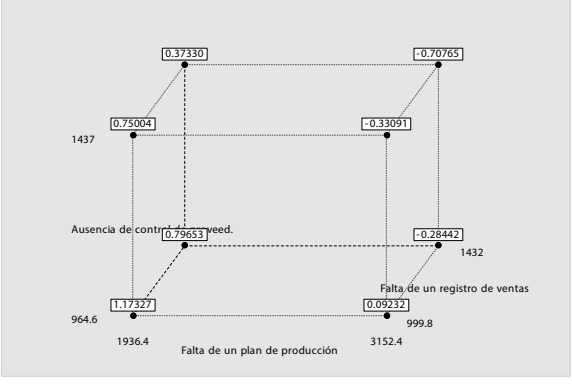


Figura 17 – Análisis de cubo para la tasa interna de retorno a partir de 1000 escenarios probables

Por otro lado, la simulación estableció que la tasa interna de retorno (TIR) podría fluctuar entre -49% y 141% para un periodo de 5 años. Sin embargo, se pudo determinar que una TIR por debajo de -30% o superior a 81% serían valores atípicos. Asimismo, se realizó un análisis de cubo (Figura 17) para evaluar la relación entre la TIR y los principales costos, enfocando el análisis en los puntos que superaban la tasa de descuento del 10%.

4. Conclusiones

En el Perú, muchas pequeñas empresas realizan sus operaciones de manera empírica y muestran una resistencia al cambio cuando se proponer alternativas modernas de gestión empresarial y, en otros casos, la incertidumbre y el riesgo de invertir limita la implementación de estrategias adecuadas para la mejora continua. En el presente estudio, sobre la empresa Anís & canela E.I.R.L, Trujillo 2023 se diseñó una propuesta de mejora continua donde se utilizaron herramientas de ingeniería tales como: AMFE, DMAIC y QFD. Utilizando la matriz AMFE, se planteó una reducción de los costos de oportunidades de ventas perdidas y tiempos de inactividad relacionados con la producción a $ 1,642.01 y $ 372,96, respectivamente. Se redujeron los costos de productos defectuosos a $ 0.00 y los costos de insumos vencidos a $ 112.59 utilizando la herramienta DMAIC. La herramienta QFD logró plantear una minimización de costos respecto a minicakes vendidos por menos dinero y los costos por el tiempo de reparación de las máquinas, cada uno de dichos costos a $ 0.00 y $ 516.78, según correspondía. Finalmente, tomando en cuenta la variabilidad de los procesos la simulación de datos (1000 escenarios probables) permitió concluir que las estrategias de mejora continua tenían una alta probabilidad de éxito para el largo plazo (5 años): intervalo de confianza de 95% para la media del flujo de caja entre $ 1472.1 y $ 1628.0, probabilidad del 75.27% de que el VAN sea mayor a 0 y una TIR entre el 10% y 38.5% en el 50% de los escenarios.

Referencias

A. Cisneros.; J. Urdánigo; A. Guevara and J. Garcés (2022). “Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de pandemia” Ciencias Económicas y Empresariales.8(1), 1165-1185. http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546

C. Manterola; G. Quiroz; P. Salazar and N. García (2019). “Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica” Revista Médica Clínica Las Condes Volume 30. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.11.005

E. Ortés. (2017). “Metodología para el estudio de la comarca de mérida. selección de la muestra de población y obtención de datos sociolingüísticos” Tonos Digital, (33), 1-31. https://www.proquest.com/scholarly-journals/metodología-para-el-estudio-de-la-comarca-mérida/docview/1950387319/se-2

F. Fernández (2020). “El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación” Revista de Ciencias Sociales (Cr), II(96). ISSN: 0482-5276. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15309604

G. Gómez (2021). “Métodos y técnicas de investigación utilizados en los estudios sobre comunicación en España” Revista Mediterránea de Comunicación/Mediterranean Journal of Communication, 12(1), 115-127. https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM000018

J. Adan.; L. Munar.; G. Romero and A. Gordillo. (2022). “Nuevos desafíos de las pequeñas y medianas empresas en tiempos de pandemia” Tecnura, 26(72), 185-208. Epub June 23, 2022. https://doi.org/10.14483/22487638.17879

J. Arias, M. Villasís and M. Miranda (2016). “El protocolo de investigación III: la población de estudio” Revista Alergia México, 63(2), 201-206. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011

J. Guerra.; J. Posada and O. Giraldo. (2018). “Morbimortalidad en trauma ortopédico de alta energía: estudio descriptivo retrospectivo” Rev. Fac. Nac. Salud Pública. 2018;36(2):28-36. https://doi:10.17533/udea.rfnsp.v36n2a05

L. Felipe. (2021). “Las empresas deben solucionar los problemas sociales: A pesar de tener la mejor oferta de producto, hoy en día esto no es suficiente para permanecer en el mercado; es indispensable abordar estas problemáticas y nuevas realidades en el ámbito social para lograr el éxito” https://www.proquest.com/newspapers/las-empresas-deben-solucionar-los-problemas/docview/2512535804/se-2

L. Fernández (2017). “Diseño, construcción y validación de una escala para medir el cyberbullying en un ambiente laboral” Forum Empresarial 22(2), 59-84. https://www.redalyc.org/journal/631/63154910004/html/

M. Navarro, L. Hernández, E. Navarro, and J. Hernández. (2020). “Innovation in micro, small and medium-sized family business in the manufacturing sector in atlántico-colombia” [Innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas familiares del sector manufacturero del Atlántico-Colombia] Revista De Ciencias Sociales, 26(4), 124-144. https://doi:10.31876/rcs.v26i4.34653

M. Pulido. (2015). “Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica” Opción, 31(1),1137-1156.[fecha de Consulta 14 de Abril de 2023]. ISSN: 1012-1587. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061

P. De la Lama; M. De la Lama and A. De la Lama (2022). “Los instrumentos de la investigación científica. Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique” Horizonte de la ciencia. 12(22), 180-202. https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.18.403

S. Cuccia. (2020). “Analysis of the role of financial and operation al diversification on the economic performance of catalan construction businesses” (2005-2016). [Análisis de la relevancia de la diversificación financiera y operativa en la rentabilidad de las empresas constructoras en cataluña (2005-2016)] Tec Empresarial, 14(1), 55-70. https://doi:10.18845/te. v14i1.4955

T. Peña (2022). “Etapas del análisis de la información documental. Revista Interamericana de Bibliotecología”, 45(3), e340545. https://doi.org/10.17533/udea.rib.v45n3e340545

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/07/2023
Aceitação/Acceptance: 22/10/2023

La política monetaria como determinante en el costo de financiación empresarial

Mónica Arango[1], Mónica Henao[2]

moarango@udem.edu.co; mohenaor@unal.edu.co

[1] Universidad de Medellín/Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

[2] Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

Pages: 289-301

Resumen: La sostenibilidad de las empresas en el largo plazo depende del costo de financiación. Dado que, el comportamiento de esta variable tiene como origen la política monetaria de los bancos centrales sobre la tasa de interés, este trabajo toma como proxy, del costo de endeudamiento empresarial colombiano, el Indicador Bancario de Referencia (IBR), el cual refleja la tasa mínima a la que los bancos están dispuestos a ofrecer recursos. Con el objetivo de describir el comportamiento de la IBR se analiza su autocorrelación y dependencia con las tasas de las principales economías americanas con las que se tiene relaciones comerciales: Estados Unidos, México, Brasil, Chile y Perú. Después de realizar múltiples estimaciones, la evidencia empírica arroja el mayor ajuste en 12 modelos ARIMAX–IGARCH, los hallazgos indican que las modificaciones en las tasas de política monetaria de los países cercanos comercialmente determinan el costo de deuda de las empresas colombianas.

Palabras-clave: ARIMAX – IGARCH, costo de endeudamiento empresarial, tasa de política monetaria

Monetary policy as determinants in the cost of business financing

Abstract: The sustainability of companies in the long term depends on the cost of financing. Given that the behavior of this variable originates from the monetary policy of the central banks on the interest rate, this work takes as a proxy, the cost of Colombian business indebtedness, the Reference Banking Indicator (IBR), which reflects the minimum rate at which banks are willing to offer resources. In order to describe the behavior of the IBR, its autocorrelation and relationship with the rates of the main American economies with which it has commercial relations are analyzed: United States, Mexico, Brazil, Chile and Peru. After making multiple estimates, the empirical evidence shows the greatest fit in 12 ARIMAX-IGARCH models, the findings indicate that changes in the monetary policy rates of commercially close countries determine the cost of debt for Colombian companies.

Keywords: ARIMAX – IGARCH, cost of corporate borrowing, monetary policy rate

1. Introducción

La determinación del costo de la deuda (Kd) de las empresas se ve afectado por el riesgo asociado a las operaciones de crédito provenientes de préstamos bancarios. Esto se debe a la sensibilidad que tiene el costo de la deuda a las fluctuaciones de las tasas de interés (Fleckenstein & Longstaff, 2023). Adicionalmente, en el contexto del riesgo derivado de los mercados de capitales, este desarrollo se refiere a la transmisión de la política monetaria de cada país a las tasas de mercado. Este riesgo se materializa en los rendimientos de las empresas, especialmente en el caso de políticas monetarias contractivas. Bajo esta situación, el valor del capital de las empresas se ve afectado al solicitar préstamos en entidades financieras.

En esta dinámica, las políticas monetarias buscan influir en las operaciones interbancarias y controlar el nivel adquisitivo en las economías a través de las tasas de interés. Esto implica que las tasas de interés pueden tener un impacto directo en el costo de la deuda de las empresas y, en última instancia, en el valor de su capital. De forma general, como se presenta en la Figura 1, las series históricas de las tasas de política monetaria presentan un comportamiento similar para Colombia, Brasil, Chile y Perú, con brechas significativas en algunos periodos. Sin embargo, la tasa de política monetaria de Brasil ha resultado ser la más alta de la región en términos de tiempo; lo que puede implicar un mayor costo de financiación para los empresarios de esa nación. Por otro lado, las tasas de México muestran cierta correspondencia con las tasas de Estados Unidos.

De hecho, antes de la pandemia, se evidencian diferencias en el comportamiento de las tasas entre estos países, con rezagos en algunos períodos. Por ejemplo, entre 2015 y 2016, Colombia experimentó un incremento significativo en su tasa de política monetaria debido a presiones inflacionarias derivadas del encarecimiento de los alimentos, cambios climáticos en el territorio, devaluación de la moneda y caída en los precios del petróleo. Sin embargo, estas mismas presiones generaron una situación aún más alcista para la tasa de política monetaria de Brasil.

Posteriormente, durante los períodos de 2017 a 2019, Estados Unidos experimentó aumentos en sus tasas de política monetaria debido a las tensiones comerciales con China y la desaceleración económica global. Esta contracción económica también se reflejó en México, mientras que, en los demás países analizados, las tasas reflejaron el buen momento de los precios de los energéticos y los alimentos.

En relación con el año 2020, se evidenció que las tasas de política monetaria estuvieron por debajo del promedio de sus medias históricas, como resultado de una menor demanda generada por la pandemia. Sin embargo, en el año 2021, debido a la desaceleración económica posterior a la pandemia, estas economías mostraron una tendencia creciente en sus tasas de política monetaria, evidenciando una política expansiva para controlar la inflación derivada de la normalización de la actividad productiva en las regiones.

Finalmente, para el año 2022, se evidencia una coyuntura generalizada en todas las economías debido al aumento de las tasas de interés desde los bancos centrales y su transmisión a nivel global con el objetivo de controlar la inflación que se había desbordado. Además, en los mercados internacionales se produjo una reducción en la liquidez, ya que los inversores comenzaron a preferir activos considerados libres de riesgo, como los bonos del tesoro de Estados Unidos, en lugar de invertir en activos

de mayor riesgo, como el capital de riesgo de los mercados emergentes. Esta búsqueda de activos más seguros fue una respuesta a las condiciones económicas y financieras volátiles y la incertidumbre generada por la pandemia y otros factores externos.

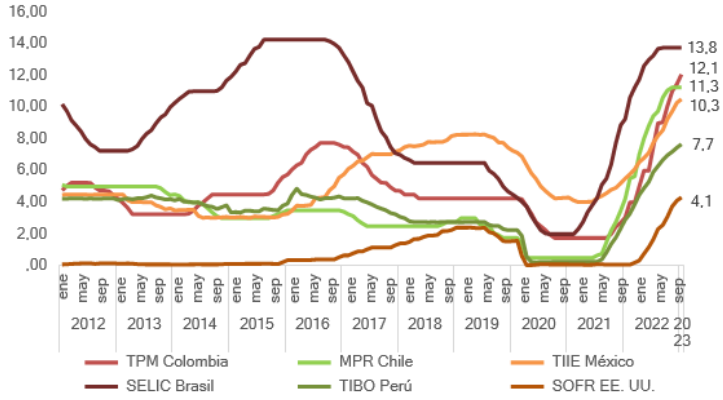


Figura 1 – Tasa de política monetaria en LATAM (%)

Según la CEPAL (2022) y como se muestra en la Figura 1, en el contexto de volatilidad financiera mundial, desde finales del año 2021 se han generado presiones en el aumento de las tasas de política monetaria en las economías emergentes. En el caso de la política monetaria colombiana, se presenta un aumento generalizado a partir del año 2022. Este incremento se debe al principal objetivo de la política monetaria, que es controlar la volatilidad de la tasa de cambio y las presiones inflacionarias (ver Figura 2).

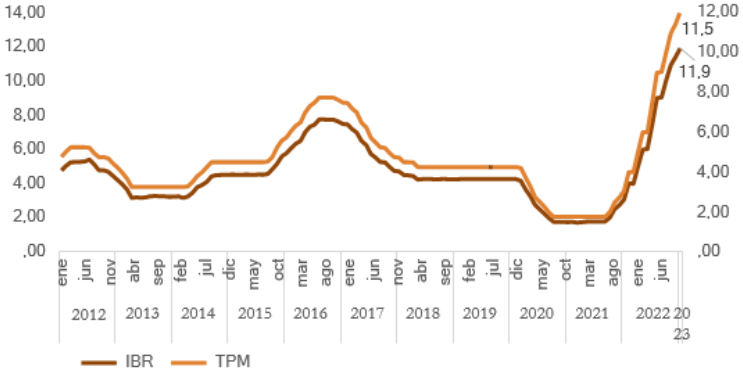


Figura 2 – Tasa de Política Monetaria e Indicador de Referencia para el Mercado Financiero Colombiano

En Colombia, la política monetaria es liderada por el Banco de la República quien cuenta con diferentes instrumentos para su control. La tasa de intervención es la de mayor

reconocimiento y debido a su importancia se convierte en un referente para la toma de decisiones de los diferentes estamentos. No obstante, el mercado cuenta con una riqueza de tasas de interés que complejizan la toma de decisión, en especial al momento de demandar financiación.

En el caso corporativo, se cuenta con un instrumento que puede flexibilizar este contexto, ya que, el Indicador Bancario de Referencia (IBR) refleja la tasa mínima a la que los bancos están dispuestos a ofrecer recursos, la cual además evidencia un comportamiento similar a la tasa del Banco de la República (ver Figura 2). En consecuencia, este trabajo parte de la hipótesis de que, la IBR es un proxy de los costos de financiación de las empresas colombianas. Para ello, se aplica un modelo econométrico que permita describir el comportamiento de dicha tasa identificando componentes de correlación serial y su dependencia con las tasas de las principales economías americanas con las que se tiene relaciones comerciales: Estados Unidos, México, Brasil, Chile y Perú.

2. Modelo de pronóstico para la tasa de interés

La literatura financiera cuenta con una amplia gama de modelos que estudian el comportamiento y pronóstico de las tasas de interés. Desde la publicación del trabajo de Robert Merton (1974): "*On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates*", esta línea de investigación ha cobrado interés por parte de los académicos, tomadores de decisiones de inversión, lideres corporativos y reguladores. Dichos estudios se pueden clasificar según los modelos empleados, los cuales abordan aplicaciones desde las herramientas econométricas, como es el caso de los trabajos realizados por Ai and Bhandari (2021), De La O and Myers (2021), Da Silva et al. (2022), entre otros. Otras perspectivas se dan desde los procesos estocásticos donde se destacan los trabajos de Fleckenstein y Longstaff (2023) y Protter (2022), entre otros. Los aportes también consideran desarrollos formales cuyos procedimientos apoyan las aplicaciones empíricas como es el caso del trabajo presentado por Boyer et al. (2023). Debido a las ventajas de estimación en términos de eficiencia computacional y de formalización el presente trabajo aplica herramientas econométricas para modelar la tasa de deuda corporativa para las empresas colombianas, en función de las variables de política monetaria.

En este contexto se modela la media bajo el supuesto de serie temporal no estacionaria, el modelo ARIMA utiliza diagramas de función de auto-correlación (ACF) y función de auto-correlación parcial (PACF). Basado en gráficos ACF y PACF, se identifica si el modelo es un AR o MA. Desde la perspectiva más general, en un proceso AR, el ACF lentamente disminuye a cero, reduciéndose en una dirección y el PACF se corta. El retraso de corte indica el orden del proceso AR. Para el proceso MA, el ACF se corta y el retraso de corte indica el orden del proceso MA. Adicionalmente, el PACF lentamente disminuye a cero, reduciéndose también en una dirección.

Ahora bien, la técnica de series temporales es ampliamente utilizada como una poderosa herramienta para pronosticar datos estacionarios. Debido a su eficacia, ha surgido la necesidad de detectar la presencia de estacionalidad y tendencia en diversas investigaciones. Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Ordorica (2004), quien aplicó metodologías estadísticas para realizar pronósticos demográficos. En su investigación, utilizó el enfoque de series de tiempo de Box-Jenkins, específicamente el

modelo autorregresivo de promedios móviles integrado (ARIMA). Además, hizo uso de la herramienta estadística denominada JMP para llevar a cabo su análisis.

Por su parte, otros autores como Musbah, Aly, y Little (2020), han realizado contribuciones significativas al enfoque Box-Jenkins. Estos autores proponen el uso de la transformada rápida de Fourier para la detección de estacionalidad y tendencia, mientras que Guleryuz (2021) combina el método Box-Jenkins con el modelo de suavizado exponencial de Brown y RNN-LSTM para la estimación de variables. Estas investigaciones demuestran la utilidad y la versatilidad de los modelos ARIMA en la predicción de valores futuros en series temporales.

Adicionalmente, el trabajo realizado por Bello, Mantilla, Montes y Guerrero (2022) se centra en la producción de pronósticos de producción de petróleo crudo en Colombia, utilizando una combinación de la metodología de Box-Jenkins y las curvas de Arps. Para automatizar este proceso, se ha desarrollado una herramienta de software gratuita llamada DeclineR, impulsada por la Universidad Industrial de Santander y programada en Python.

Ahora bien, este trabajo, toma en consideración los componentes del costo de capital. El enfoque inicial se centrará en la identificación de la estructura histórica del endeudamiento en el sector industrial del café y luego se procederá con la modelación del costo del endeudamiento utilizando la metodología de Box-Jenkins.

Las variables financieras que se emplean como insumo en la estimación del WACC exigen la implementación de herramientas para describir su pronóstico. Entre ellas se encuentra la línea econométrica, la cual considera estimaciones que describen el comportamiento de las tasas promedio a través de los modelos ARIMA y sus volatilidades mediante los modelos GARCH. Box y Jenkins (2015) desarrollaron un enfoque que integra los modelos auto-regresivos (AR) con medias móviles (MA) para el análisis de series temporales. Este enfoque se basa en la dependencia existente entre los datos estadísticos de las series temporales y busca desarrollar un método sistemático de pronóstico que incorpore ambos enfoques.

El enfoque AR(p) es un método auto-regresivo donde "p" indica el orden del modelo, es decir, la cantidad de observaciones pasadas que se utilizarán para predecir la serie de tiempo. Por otro lado, el enfoque MA(q) es un método de medias móviles que explica el valor de una variable en un período "t" en función de un término independiente y una sucesión de errores correspondientes a períodos anteriores al que se está analizando.

La integración de ambos modelos de pronóstico se conoce como ARIMA (Auto-regresivo Integrado de Medias Móviles), como menciona Granville en su estudio (2016). El modelo ARIMA generalmente se muestra de la siguiente manera, ARIMA (p, d, q):

$$Y_{t=} \sum_{i=1}^{q} \beta_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \propto_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Como se evidencia en la Figura 3, el enfoque de Box-Jenkins hace principalmente uso de tres filtros lineales, donde "p" representa el orden del modelo autorregresivo, "d" indica el grado de diferenciación de la serie para hacerla estacionaria y "q" representa el orden del modelo de medias móviles.

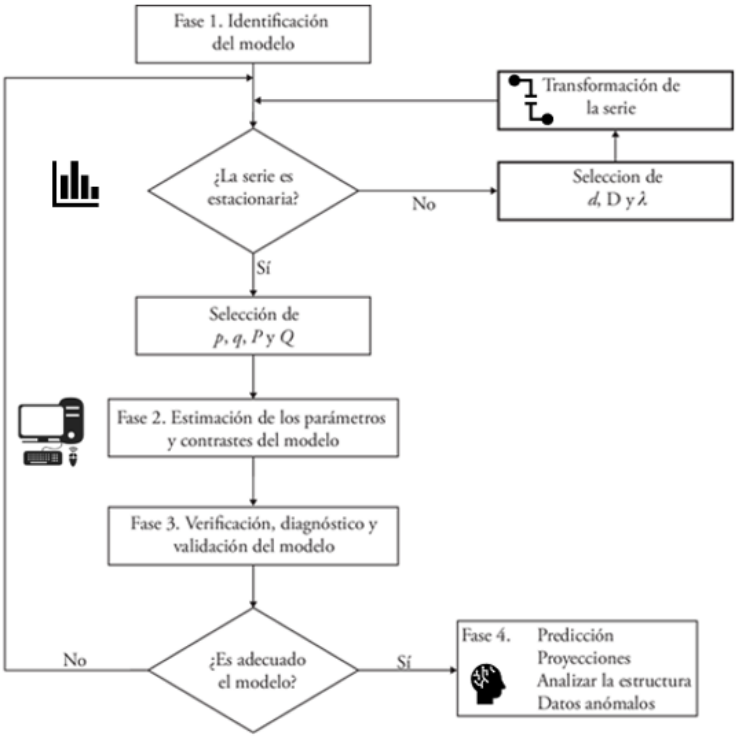


Figura 3 – Filtros Box-Jenkins

Para modelar la volatilidad de las tasas de interés se aplicó el modelo autorregresivo condicional heteroscedástico ARCH, introducido por Engle (1982), fue diseñado inicialmente para calcular la puntuación de una alternativa y realizar pruebas basadas en su distribución bajo el supuesto nulo. Posteriormente, Bollerslev (1986) propuso el modelo GARCH, que es una versión simplificada y de menor complejidad en términos de parámetros, no solo permitiendo las perturbaciones, sino también, que la varianza condicional sea dependiente de sus propios rezagos (Argáez, 2014).

Su aplicación es especialmente útil en series temporales donde los rendimientos de los activos financieros dependientes no presentan autocorrelación. Matemáticamente el modelo GARCH se define de la siguiente forma:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \tag{2}$$

Tal que:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \, \sigma_{t-j}^2 \tag{3}$$

Donde:

σ_t^2 : Varianza del periodo t residual; p: Orden ARCH; q: Orden GARCH; α_0: constante (función ponderada de un promedio de largo plazo); α_i: parámetros de ARCH; β_j: parámetros de GARCH; y_{t-i}^2 : varianza del período residual a t-1; σ_{t-i}^2 : varianza del período residual a t-j. Para garantizar una varianza condicional positiva, se aplican las siguientes condiciones: ω>0; $\alpha_i, \beta_i \geq 0$; $\sum_{i=1}^{q} \alpha_i + \sum_{i=1}^{p} \beta_j < 1$

El modelo GARCH se ha convertido en una herramienta efectiva para pronosticar indicadores técnicos de activos financieros y analizar la volatilidad condicional de sus rendimientos futuros. Las pruebas muestran que la volatilidad se puede describir a través de IGARCH, introducido por Eagle y Bollerslev (1986). El modelo IGARCH, que significa "Integrated GARCH" (GARCH Integrado), permite capturar los procesos de tipo 1 para la varianza condicional, asumiendo una persistencia infinita de los choques con volatilidad. El modelo IGARCH se utiliza para describir la dinámica de la varianza condicional en una serie de tiempo. El modelo puede ser expresado de la siguiente manera:

$$\sigma_t^2 = \omega + \beta\sigma_{t-1}^2 + [1-\beta])\varepsilon_{t-1}^2 \quad (4)$$

Dado que σ_t^2 es la varianza condicional, el modelo supone que la varianza incondicional es infinita <1, por tanto, el modelo cuenta con restricciones de tipo α+β=1, esto indica que la estacionariedad se da cuando α+β< 1.

La aplicación de esta herramienta ofrece a las empresas grandes oportunidades de aplicar la analítica de datos a través de econometría, pero de manera paralela la enfrenta a grades retos, ya que, el proceso de estimación requiere del conocimiento del mercado y de su aplicación a través de herramientas tecnológicas. En consecuencia, la optimización del costo económico para las organizaciones exige una adecuada gestión del conocimiento en áreas interdisciplinares. Tal como se revelará en la siguiente sección.

En este contexto, la dimensión analítica y las herramientas computacionales, abordadas en este trabajo, vinculan los procesos y el sistema de información como pilares de estrategias organizacionales, asociadas a la gestión del conocimiento. En este contexto, el estudio top down aplicado cobija un análisis desde un ámbito general hasta llegar al objetivo particular, a través de la transformación de datos de política monetaria, considerados como punto de referencia de la información estratégica en la toma de decisiones sobre endeudamiento en las organizaciones.

De tal manera que, provee herramientas de análisis para fortalecer el conocimiento sobre el comportamiento del mercado donde las entidades acuden a financiar sus activos. De allí que, el aprovechamiento de la tecnología instrumentaliza la información de tasas de interés de mercado para la construcción de estrategias.

3. Resultados

En la Tabla 1 se pueden apreciar de forma paralela los comportamientos que han tenido las tasas a lo largo del tiempo. En ella se exhiben las fluctuaciones típicas en la media y las

similitudes con los diferentes mercados. Además, se evidencian tasas extremadamente altas que incrementan su desviación respecto con la media.

Parámetro	TPM	TIIE	TIBO	SOFR	SELIC	MPR
Media	4.65	5.39	3.33	0.75	8.92	3.54
Desv Std.	1.95	1.93	1.57	0.94	3.73	2.25
Asimetría	1.16	0.55	-0.30	1.51	-0.13	1.51
Curtosis	5.22	2.12	3.59	4.81	1.97	6.17
Jarque-Bera	1,221.3	232.6	83.5	1,468.2	133.1	2,265.3
Probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Observaciones	2,837.0	2,837.0	2,837.0	2,837.0	2,837.0	2,837.0

Tabla 1 – Estadísticos Descriptivos- Tasas día (%)

En la misma línea, la tasa de política monetaria de Brasil presenta una Brecha importante, mientras que Estados Unidos ha mantenido una media más conservadora durante los periodos observados. En el caso de Colombia, México y Perú, se puede considerar que mantienen una política intermedia en comparación con los demás países de análisis. Además, se observa que las tasas de Brasil y Chile presentan la mayor desviación estándar, lo cual indica una mayor exposición a la variabilidad en las tasas de interés en estos países.

En cuanto a la curtosis, si esta excede a 3, la distribución con relación a la normal tiene un pico leptocúrtico, lo que implica una distribución con colas anchas y mayor riesgo en la afectación de las tasas a la economía. Esto puede ser el caso de Colombia y Chile, donde la reacción de la política monetaria debe ser más agresiva. Por otro lado, en el caso de México y Brasil, donde la curtosis es inferior a 3, la distribución es plana con respecto a la normal y presenta un pico platicúrtico, lo que indica una mayor homogeneidad en la distribución de las tasas.

De hecho, la Tabla 1 muestra otro parámetro importante que se obtiene de la prueba de significancia, que es la simetría de las distribuciones. Se presenta que las tasas de política monetaria de Brasil y Perú tienen una asimetría negativa, lo que implica que la distribución tiene una cola izquierda larga. Por otro lado, en los demás países, la asimetría es positiva, lo que significa que la distribución tiene una cola derecha larga.

Además, se evidencia un resultado estadísticamente significativo utilizando el estadístico de Jarque-Bera. La hipótesis nula en este caso corresponde a una probabilidad menor al 0%. Los resultados obtenidos son inferiores al 0,5%, lo cual indica que se encuentra fuera de la zona de aceptación de la hipótesis nula. Esto significa que los errores no se distribuyen de manera normal y puede ser un reflejo de la presencia de heterocedasticidad, lo cual no cumple con la precisión requerida por el modelo.

3.1. Estacionariedad en Media

Dado que las tasas de política monetaria son influenciadas por factores externos, es crucial validar si las series son estacionarias antes de proceder con el análisis econométrico.

Para probar la hipótesis nula de no estacionariedad, se requiere verificar la existencia de raíz unitaria mediante las pruebas de Dickey-Fuller aumentada (ADF), Phillips-Perron (PP) y Kwiatkowski, Phillips, Smichdt y Shin (KPSS). Los resultados presentados en la tabla 2 evidencian que las tasas de interés no son estacionarias en media.

Tasas	Obs.	ADF	PP	KPPSS	Resultado
IBR	2838	0.9997	0.9994	10.4583	No Estacionaria
SELIC	2838	0.8279	0.8280	9.64953	No Estacionaria
TIBO	2838	0.7916	0.7547	5.71113	No Estacionaria
SOFR	2838	0.9986	0.9981	5.02845	No Estacionaria
MPR	2838	0.9983	0.9978	10.4583	No Estacionaria
TIIE	2838	0.9927	0.9895	7.08555	No Estacionaria

Tabla 2 – Prueba de estacionariedad en las tasas mensuales

Desde la evidencia empírica de la dinámica de evolución de las primas diarias de las tasas de política monetaria, se evidencia un moviendo alrededor de la media. Es importante destacar que, para aplicar modelos econométricos de manera efectiva, es fundamental que las series sean estacionarias en media.

Considerando las primas mes de las tasas de política monetaria (TIIE, TIBO, SOFR, SELIC, MPR) y de la IBR para Colombia, en términos de la media, se encuentra las brechas más significativas para las tasas de política monetaria de México, Chile y Colombia. Esto puede indicar que al adquirir deuda en estos países se asume un riesgo adicional debido a la inestabilidad de sus tasas. Adicionalmente, se destaca que las tasas de Brasil y Colombia presentan la mayor desviación estándar, lo cual indica una mayor exposición a la variabilidad en las tasas de interés. Por otro lado, Estados Unidos ha mantenido una media más conservadora durante los periodos observados.

Primas	Obs.	ADF	PP	KPPSS	Resultado
IBR	130	0.0009	0.0000	0.39925	Estacionaria
SELIC	130	0.0121	0.0393	0.40868	Estacionaria
TIBO	130	0.0001	0.0001	0.17090	Estacionaria
SOFR	130	0.0000	0.0001	0.21306	Estacionaria
MPR	130	0.0034	0.0001	0.50879	Estacionaria
TIIE	130	0.0001	0.0047	0.24118	Estacionaria

Tabla 3 – Prueba de estacionariedad en las primas mensuales

En cuanto a la curtosis, como se mencionó en el análisis de los estadísticos de las tasas diarias, se puede observar que la distancia de curtosis excede a 3 para todas las tasas. Esto implica que, para las primas, todas las distribuciones en relación con la normal tienen un pico leptocúrtico con colas anchas. En otras palabras, presentan una mayor dispersión en la distribución de los datos.

3.2. Trasmisión y correlación de las tasas de Política Monetaria

Para determinar el nexo causal entre las tasas de política monetaria, se utiliza la prueba estadística de causalidad de Granger. Por lo general, la dependencia a largo plazo se modela con procesos ARIMA. Sin embargo, debido a las especificaciones en el corto plazo necesarias en este caso, resulta menos complejo emplear la integración de series lineales de Granger para determinar la relación entre las variables.

Parámetro	Mod.1	Mod.2	Mod.3	Mod.4	Mod.5	Mod.6	Mod.7	Mod.8	Mod.9	Mod.10	Mod.11	Mod.12
Desv. Est	0.292	0.186		0.474	0.468				0.174	0.744	0.873	1.334
C	0.257	-0.040	-0.057	0.043	0.009	0.113	0.002	0.230	0.761	-0.093	-0.103	-0.196
AR(1)	0.590	0.557	0.619			0.481	0.488	0.436	0.552			
AR(2)												
AR(3)	0.262			0.390	0.351	0.346	0.323	0.400	0.395	0.354	0.351	0.195
MA(1)				0.535	0.521					0.415	0.373	0.421
MA(2)												
MA(3)		0.278	0.339									
MA(4)	-0.200								-0.297			
SELIC_MP		0.200	0.176		0.051			0.103				
TIBO_MP	0.308			0.299	0.281							
SOFR_MP	-0.071					0.153		0.317			0.174	
MPR_MP		0.306				0.277	0.296			0.297		
TIIE_MP							0.253		0.349			
RESID(-1)^2	0.407	0.338	0.598	0.432	0.458	0.202	0.143	0.316	0.285	0.315	0.317	0.224
RESID(-2)^2			-0.584									
GARCH(-1)	0.593	0.662	0.985	0.568	0.542	0.798	0.857	0.684	0.715	0.685	0.683	0.776
Akaike	-0.801	-0.694	-0.686	-0.661	-0.653	-0.624	-0.610	-0.519	-0.509	-0.499	-0.422	-0.349
Schwarz	-0.623	-0.540	-0.554	-0.528	-0.498	-0.491	-0.477	-0.386	-0.354	-0.366	-0.289	-0.238
Durbin-Watson	2.588	2.523	2.557	2.505	2.451	2.442	2.485	2.370	2.440	2.169	2.164	2.238
RMSE	0.223	0.214	0.224	0.215	0.212	0.210	0.209	0.209	0.214	0.207	0.228	86.514
MSE	0.148	0.135	0.137	0.143	0.137	0.133	0.130	0.140	0.148	0.135	0.149	38.537

Fuente: Elaboración propia. Esta tabla muestra 12 de los 21 modelos estimados para los coeficientes del modelo IGARCH (1,1), contemplando la ecuación en media y varianza durante el periodo de la serie. El método ARCH-LM de la prueba de Engle (1982), utilizado para la heteroscedasticidad condicional, aplicada a residuos estandarizados (5 rezagos).

Tabla 4 – Definición de algunos estilos

Los resultados de la prueba de Causalidad a Granger, se basan en 14 simulaciones para un total de 130 observaciones para los niveles y primas mensuales y 2,839 observaciones diferentes para los niveles y primas diarias. Además, se realizó la simulación con órdenes de retraso de p=2, 3, 4 y 5. Según los resultados, la prueba de Granger para los niveles mensuales de política monetaria en comparación con la tasa IBR de Colombia,

indica que para un nivel de significancia del 95% y con un retraso de 2 meses y 130 observaciones, la tasa SOFR de Estados Unidos no tiene implicaciones en la IBR de Colombia. Su causalidad ocurre solo después del período 4. Sin embargo, para las demás tasas, se observa causalidad en el retraso 2, lo que implica que se rechaza la hipótesis nula (H0) y, por lo tanto, las tasas MPR, SELIC, TIBO y TIIE tienen una relación causal con la IBR en el corto plazo según el sentido de Granger.

Se utiliza el parámetro de Durbin-Watson para verificar que el valor se encuentre entre 1.8 y 2.18. Por último, se debe corroborar el modelo utilizando el correlograma en niveles, donde se busca que la probabilidad arrojada sea mayor al 5%, lo que indica la no existencia de autocorrelación en la serie. Estos análisis se realizan con un nivel de significancia del 95%.

Los resultados procedentes se presentan en la Tabla 4, en donde la estimación econométrica muestra los coeficientes en la ecuación en media, estadísticamente significativos al 5% utilizando el modelo IGARCH (1,1). Ahora bien, para seleccionar el mejor modelo, que se ajuste a los datos, se utilizaron los criterios de información de Akaike y el SIC (Criterio de Información de Schwarz). Estos criterios permiten evaluar la calidad del ajuste de cada modelo, y, por tanto, bajo estos mismos se estableció el orden de la tabla. Así, el valor absoluto Arkaike más alto, es el del modelo 1 (-0.801), lo cual significa bajo este criterio, una mejor medida de calidad relativa para la correlación de la tasa IBR de Colombia con las tasas SOFR de Estados Unidos y la TIBO de Perú.

Aplicando los criterios descritos con anterioridad a los 12 modelos de pronóstico, se procede a seleccionar el mejor modelo en función del menor error de predicción. Los resultados obtenidos, basados en los criterios de Akaike y Schwarz, indican que el modelo que mejor se ajusta es el que integra la prima de la tasa IBR con las primas de las tasas TIBO-Perú y SOFR-Estados Unidos, utilizando un AR (1), AR (3) y un MA (4). No obstante, al considerar los criterios de RMSE y MSE, se encontró que el modelo de pronóstico. IGARCH con el mejor ajuste para las series analizadas es aquel que integra la prima de la tasa IBR con la prima de la tasa MPR-Chile, utilizando un AR (3) y un MA (1). Finalmente, se procede a calcular el costo de la deuda financiera (Kd) para nuestro último periodo de análisis (enero 2023).

Los datos presentados en la Tabla 10 derivan en el resultado para la tasa costo de deuda financiera (Kd). En donde, para el periodo de enero de 2023 la tasa corresponde al 13,19%, siendo un resultado consiste con la tasa de inflación total a diciembre de 2022 (13,1%) y con la tasa de política monetaria para Colombia, ya que en enero de 2023 la Junta Directiva del Banco de la Republica fijo una tasa del 12,75%, con el fin de continuar con el proceso de normalización de tasas de política monetaria (Banco de la Republica de Colombia, 2023).

4. Conclusiones

La toma de decisiones para los líderes empresariales y administradores de portafolios exige el pronóstico de las tasas de interés de financiación, en especial en un contexto donde la incertidumbre incrementa los costos y el acceso a los créditos. En este sentido, la presente investigación aporta en el pronóstico de la tasa de financiación mediante modelos ARMAX–IGARCH. Para ello, se tuvo en cuenta el historial de deuda de la

industria analizada y el comportamiento de las tasas de política monetaria de los países de la región con los que la empresa tiene relaciones comerciales.

El uso de las tasas de política monetaria de los países se toma como referente, ya que, es la tasa mínima que cobra la banca central a las entidades financieras por la liquidez que les suministra. En consecuencia, se reconocen como una variable fundamental para la toma de decisiones empresariales, ya que los cambios de estas incentivan modificaciones en las tasas de interés de mercado y en los precios de los activos. De allí que, el impacto se transmita tanto desde las economías con las que se tienen cercanía comercial, así como por el cambio en la intervención del banco central del país de donde es originaria la empresa de análisis. De allí que, el estudio incluye el análisis de las tasas de política monetaria de Estados Unidos, México, Brasil, Chile y Perú.

Para evaluar estos determinantes, se seleccionaron 12 de los modelos estimados para pronosticar el Kd. Esta selección refleja la importancia de los resultados históricos en la tasa nacional y la fuerte relación comercial con Estados Unidos y Perú. Los criterios de información de Akaike y el SIC (Criterio de Información de Schwartz) se utilizaron para evaluar la calidad de ajuste de los modelos. Estos resultados proporcionan una representación precisa del comportamiento real de los mercados, especialmente considerando que Estados Unidos y Perú son socios comerciales relevantes para Colombia en la actualidad.

En consecuencia, las herramientas analíticas aplicadas en este trabajo aportan a la transformación de la toma de decisiones empresariales. El documento provee una propuesta para que las empresas proyecten el comportamiento de los costos de endeudamiento externo basadas en la gestión de la información del mercado y de sus perspectivas. De tal manera que, las organizaciones optimicen sus beneficios a partir del conocimiento de las políticas monetarias de los países donde se encuentran sus competidores.

Referencias

Ai, H., & Bhandari, A. (2021). Asset Pricing With Endogenously Uninsurable Tail Risk. *Econometrica*, *89*(3), 1471–1505. https://doi.org/10.3982/ecta15142

Argáez, J. . B. J. . G. E. . K. C. . M. S. . P. H. (2014). Un paseo por el modelo GARCH y sus variantes. *UADY*, *10*, 35–50.

Banco de la Republica de Colombia. (2023, January). *Informe de Política Monetaria - Enero 2023*. Banrep.

Bello-Angulo, D., Mantilla-Duarte, C., Montes-Paez, E., & Guerrero-Martin, C. (2022). Box–Jenkins Methodology Application to Improve Crude Oil Production Forecasting: Case Study in a Colombian Field. *Arabian Journal for Science and Engineering*, *47*(9), 11269–11278. https://doi.org/10.1007/s13369-021-05997-7

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, *31*(3), 307–327. https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1

Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (Vol. 37). https://doi.org/10.1111/jtsa.12194

Boyer, B. H., Nadauld, T. D., Vorkink, K. P., & Weisbach, M. S. (2023). Discount-Rate Risk in Private Equity: Evidence from Secondary Market Transactions. *Journal of Finance*, *78*(2), 835–885. https://doi.org/10.1111/jofi.13202

CEPAL. (2022, December). *Economías de América Latina y el Caribe se desacelerarán en 2023 y crecerán 1,3%*. Cepal.Org.

da Silva, T. G., de Carvalho Guillén, O. T., Morcerf, G. A. N., & de Melo Modenesi, A. (2022). Effects of monetary policy news on financial assets: Evidence from Brazil on a bivariate VAR-GARCH model (2006–17). *Emerging Markets Review*, *52*(March 2021). https://doi.org/10.1016/j.ememar.2022.100916

De La O, R., & Myers, S. (2021). Subjective Cash Flow and Discount Rate Expectations. *Journal of Finance*, *76*(3), 1339–1387. https://doi.org/10.1111/jofi.13016

Engle, R. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, *50*(4), 987–1007. https://doi.org/10.2307/1912773

Fleckenstein, M., & Longstaff, F. A. (2023). Small Business Equity Returns: Empirical Evidence from the Business Credit Card Securitization Market. *Journal of Finance*, *78*(1), 389–425. https://doi.org/10.1111/jofi.13200

Guleryuz, D. (2021). Forecasting outbreak of COVID-19 in Turkey; Comparison of Box–Jenkins, Brown's exponential smoothing and long short-term memory models. *Process Safety and Environmental Protection*, *149*, 927–935. https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.03.032

Merton, R. C. (1974). on the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates*. *The Journal of Finance*, *29*(2), 449–470. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1974.tb03058.x

Musbah, H., Aly, H. H., & Little, T. A. (2020). A Novel Approach for Seasonality and Trend Detection using Fast Fourier Transform in Box-Jenkins Algorithm. *2020 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/CCECE47787.2020.9255819

Ordorica Mellado, M. (2004). Cambios demográficos y desafíos para la política de población en México: Una reflexión a largo plazo. *Papeles de Población*, *10*, 13–24.

Protter, P. (2022). Continuous-Time Asset Pricing Theory. In *Quantitative Finance* (Vol. 22, Issue 5). https://doi.org/10.1080/14697688.2022.2063756

Wilson, G. T. (2016). Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Edition, by George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel and Greta M. Ljung, 2015. Published by John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 712. ISBN: 978-1-118-67502-1. *Journal of Time Series Analysis*, *37*(5), 709–711. https://doi.org/10.1111/jtsa.12194

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/09/2023
Aceitação/Acceptance: 02/11/2023

El papel de la tecnología e innovación en la mejora de la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) en proyectos de infraestructura: Una revisión a los proyectos hidroeléctricos

Juan Felipe Laverde-Salazar[1], Maria Adelaida Torres Sánchez[2], Daniel Cardona Valencia[3], Martha Cecilia Álvarez Osorio[3]

juan.laverde@pascualbravo.edu.co; matorres@unal.edu.co; daniel.cardonav@udea.edu.co; ceciliaalvarez@udea.edu.co

[1] Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia.

[2] Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

[3] Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Pages: 302-315

Resumen: El presente artículo aborda la importancia de la tecnología y la innovación en la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) de proyectos hidroeléctricos. Utilizando una revisión sistemática de la literatura, se destacó cómo herramientas como la teledetección, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial y los sistemas de información geográfica han mejorado la recopilación y análisis de datos ambientales, permitiendo una evaluación más precisa de los impactos ambientales. Estos avances han aumentado la eficiencia y la toma de decisiones informada en la EIA de proyectos hidroeléctricos, lo que contribuye a una gestión más efectiva. El estudio subraya la importancia de utilizar estas tecnologías en la EIA y ofrece una revisión actualizada sobre su relación con proyectos hidroeléctricos, enfatizando su contribución significativa en este campo.

Palabras-clave: Tecnología, Innovación, Evaluación de Impactos Ambientales, Proyectos de infraestructura, Proyectos hidroeléctricos.

The role of technology and innovation in enhancing Environmental Impact Assessment (EIA) in infrastructure projects: A review of hydropower projects

Abstract: The article discusses the importance of technology and innovation in Environmental Impact Assessment (EIA) for hydroelectric projects. Using a systematic review of existing literature, it highlights how tools such as remote sensing, machine learning, artificial intelligence, and geographic information systems have improved the collection and analysis of environmental data, enabling a more precise assessment of environmental impacts. These advancements have increased efficiency and informed decision-making in the EIA of hydroelectric projects, contributing to more effective management. The study underscores the

significance of using these technologies in EIA and provides an up-to-date review of their relationship with hydroelectric projects, emphasizing their significant contribution in this field.

Keywords: Technology, Innovation, Environmental Impact Assessment, Infrastructure Projects, Hydroelectric Projects.

1. Introducción

En las últimas décadas, los proyectos hidroeléctricos han experimentado un crecimiento significativo debido a la creciente demanda de energía y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, las hidroeléctricas evitan la combustión diaria de más de cuatro millones de barriles de petróleo (Ardizzon et al 2014, citado por Kuriqi et al., 2020). Estos proyectos son considerados fuentes de energía renovable y contribuyen a la mitigación del cambio climático. Entre las fuentes de energía renovable, la energía hidroeléctrica representa aproximadamente el 17% de la generación total de electricidad a escala mundial (International Hydropower Association, 2019). Sin embargo, la construcción y operación de proyectos hidroeléctricos también conllevan impactos ambientales significativos que deben ser evaluados y gestionados de manera adecuada.

La EIA en proyectos hidroeléctricos es fundamental para identificar, prevenir y mitigar los posibles efectos adversos en los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad, los recursos hídricos y las comunidades locales. La generación de energía hidroeléctrica puede tener consecuencias en la calidad y cantidad del agua, la alteración de los caudales fluviales, la fragmentación del hábitat, la afectación de especies acuáticas, la alteración de microclima en embalses tropicales y genera perdida del tejido social y desarraigo en las comunidades reubicadas. Por lo tanto, es esencial contar con un enfoque claro de EIA para garantizar que los impactos ambientales negativos que se generan sean manejados apropiadamente.

El desarrollo de proyectos hidroeléctricos a gran escala conlleva desafíos ambientales y sociales complejos. Uno de los principales problemas radica en la falta de una evaluación exhaustiva de los impactos ambientales, especialmente en etapas tempranas del proyecto. Esto puede conducir a la implementación de medidas de mitigación inadecuadas o a la omisión de impactos ambientales significativos, lo que puede tener consecuencias negativas a largo plazo (Gevirts & Rowe, 1977). La importancia de la EIA en proyectos hidroeléctricos radica en la necesidad de garantizar la sostenibilidad ambiental y social de estas infraestructuras. Una evaluación adecuada permite identificar los impactos potenciales, analizar sus implicaciones y diseñar estrategias de mitigación efectivas (Clark B.D., 1984). Además, la EIA también es un requisito legal en muchos países para obtener los permisos y licencias necesarios para la construcción y operación de proyectos hidroeléctricos (Asplund & Hjerpe, 2020). Para el caso colombiano es obligatorio a la hora de tramitar la licencia ambiental, la cual puede ser otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) o las Secretarías de Medio Ambiente de cada municipio; lo anterior depende del tamaño de la central hidroeléctrica en términos de generación de energía eléctrica (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2015). Este artículo analiza la relación entre tecnología, innovación y EIA en proyectos hidroeléctricos, es

por ello por lo que se realiza un análisis de la literatura existente en donde se destaca la importancia del uso de tecnologías como teledetección, aprendizaje autónomo, inteligencia artificial y Sistemas de Información Geográfica en la EIA, identificando aplicaciones prácticas, efectividad y limitaciones de estas tecnologías en proyectos hidroeléctricos. Como complemento, se analizaron casos de estudio en Colombia que demuestran la aplicación exitosa de tecnologías e innovaciones en la EIA en proyectos hidroeléctricos. Estos casos proporcionan ejemplos concretos en los cuales se hayan utilizado soluciones tecnológicas y se resaltan las lecciones aprendidas y las mejores prácticas que pueden extraerse de ellos. Finalmente, se presentan recomendaciones destinadas a mejorar la integración de tecnología e innovación en la EIA en proyectos hidroeléctricos. Estas recomendaciones se enfocan en la importancia de la colaboración interdisciplinaria, el acceso a datos relevantes y la capacitación técnica. Se espera que estas sugerencias contribuyan a la promoción de prácticas más efectivas y sostenibles en el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, en beneficio de la protección ambiental y el logro de un desarrollo energético sostenible.

2. Metodología

Para abordar la relación entre la tecnología, la innovación y la EIA en proyectos hidroeléctricos, se utiliza un enfoque de investigación basado en una revisión sistemática de la literatura existente. De acuerdo con Chen y Xiao (2016) la revisión sistemática permite recopilar y analizar de manera rigurosa los estudios e investigaciones relevantes en el campo, identificando las principales tendencias, avances y prácticas relacionadas con la EIA y el uso de tecnología e innovación en proyectos hidroeléctricos. Los criterios de selección de estudios y casos para esta revisión sistemática se basaron en la relevancia de los artículos y publicaciones científicas, así como en su enfoque en la EIA en proyectos hidroeléctricos y el uso de tecnología e innovación como lo indica Pritchard (1969). Se priorizan los estudios que aborden los aspectos clave de la EIA, como la identificación y cuantificación de los impactos ambientales, la aplicación de tecnología y herramientas innovadoras en la recopilación y análisis de datos ambientales, y la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación.

En cuanto a los métodos y técnicas utilizadas para recopilar y analizar los datos, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas como Scopus y Web of Science, reconocidas como bases de datos confiables y con amplia difusión académica (Pranckutė, 2021). Se utilizaron términos de búsqueda relacionados con la EIA, proyectos hidroeléctricos, tecnología e innovación. Los estudios seleccionados fueron evaluados mediante un proceso de revisión y análisis crítico de la literatura, donde se extrajeron los datos relevantes y se identificaron las tendencias y patrones emergentes en relación con la EIA y el uso de tecnología e innovación en proyectos hidroeléctricos.

Para el caso puntual de este artículo la ecuación de búsqueda fue "*(TITLE-ABS-KEY ("Environmental impact assessment") AND TITLE-ABS-KEY (Tech*) AND TITLE-ABS-KEY (infrastructure) OR TITLE-ABS-KEY (EIA) AND TITLE-ABS-KEY (innovation W/0 financial W/0 Hydroelectric))*". Los documentos obtenidos fueron filtrados a los resultados de los últimos diez años (2012-2022) y con elementos de la metodología PRISMA obteniendo como muestra de 319 documentos donde se incluyen artículos de investigación, capítulos de libros y actas de conferencias

3. Análisis bibliométrico

A partir de la ecuación de búsqueda se genera un análisis de indicadores bibliométricos en las bases de datos Scopus y Web of Science, se obtienen indicadores de producción científica que aportan a la caracterización y análisis de un tema con relación al interés científico que este desarrolla en el tiempo, generando aportes, tendencias y desafíos a partir de los estudios realizados por científicos y académicos (De Filippo & Fernández, 2002; Sancho, 1990). En la figura 1 se presenta el crecimiento de la producción científica relacionada con estudios de impactos ambientales y aplicaciones o usos catalogados como tecnológicos o innovadores.

Es evidente el creciente interés en la temática durante los últimos diez años en los cuales se han escrito 319 documentos con un crecimiento anual promedio de 4.52%. A pesar de notarse una desaceleración en la producción de estudios de este tipo después del 2018 en el desarrollo de estudios relacionados con impactos ambientales continúa siendo un tema relevante y de interés científico.

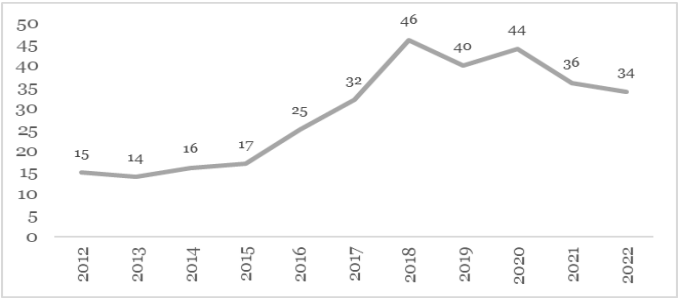


Figura 1 – Producción académica por año. Fuente: Elaboración propia.

Con relación a la generalización de la producción, se presenta en la Figura 2. Los países que más aportan al desarrollo de la temática, teniendo países como China, Estados Unidos, Italia, España y Brasil como los pioneros. En el caso de México, se tiene una producción académica en los últimos diez años de 10 documentos, mientras que Colombia cuenta apenas con 6.

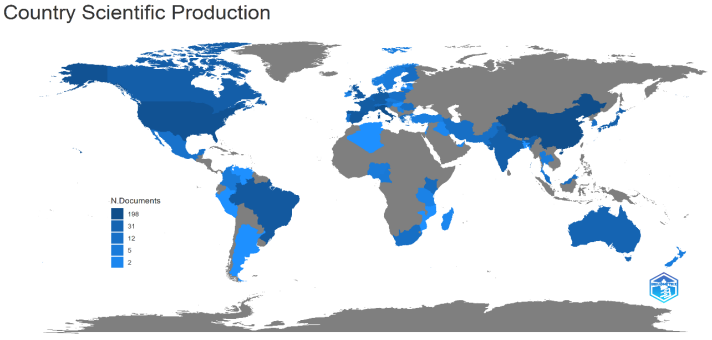


Figura 2 – Producción por país. Fuente: Elaboración propia.

Se destaca el interés de investigadores italianos y brasileros en desarrollar este tipo de estudios, una vez que estos se relacionan directamente con países grandes, desarrollados y con gran inversión en infraestructura. Los italianos presentan trabajos relacionados con implementaciones en plantas de producción para aprovechamiento de recursos hídricos en el norte del país y Brasil con trabajos direccionados a las hidroeléctricas desarrolladas en límites con argentina y proyectos en la Amazonía.

La figura 3 presenta los documentos que se destacan como los más relevantes, de acuerdo con la cantidad de citaciones y referencias. En primer lugar, con 397 citaciones, tenemos el trabajo de John K. Kaldellis que a pesar de ser del año 2011, presenta desafíos y perspectivas para el año 2030 orientados a la necesidad de sostenibilidad y producción limpia (Kaldellis & Zafirakis, 2011). El segundo lugar es para Sascha Kraus, Shafique Rehman y Javier Sendra, quienes demuestran la correlación positiva entre el desempeño y la estrategia ambientales y la innovación ecológica (Kraus et al., 2020).

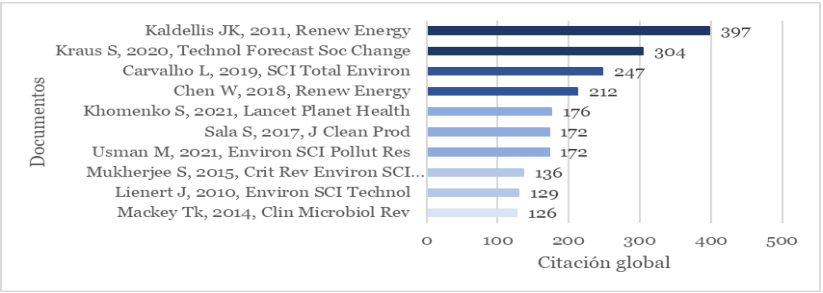


Figura 3 – Documentos con más citaciones. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con Martinovich (2020) el indicador de citación es un importante indicador de relevancia científica, una vez que esto señala el aporte al conocimiento y las bases teóricas aportadas para otros autores indicando relevancia e impacto directo o aporte al conocimiento científico de las investigaciones publicadas en una revista.

También, se analizaron las tendencias en palabras claves y orientaciones de los trabajos desarrollados en los últimos años. En la figura 4, se presentan las principales orientaciones que han tenido los trabajos académicos.

Se destaca la aparición de conceptos importantes como la sostenibilidad y el decoupling que se refiere a la tendencia de aplicación de modelos económicos que proponen estrategias de crecimiento sin aumentos en la presión ambiental. De igual manera, sobresale la evolución de conceptos direccionados a innovación tecnológica e impacto ambiental en procesos de evaluación completa del ciclo de vida y evaluaciones combinadas ex ante y ex post. Es crucial destacar que este gráfico de evolución de tendencias temáticas en el tiempo aborda diversas áreas, proporcionando una visión general que permite identificar tendencias para futuras investigaciones. En nuestro caso, respalda la importancia de la innovación y el monitoreo en la EIA, aspectos que se implementan mediante diversas tecnologías que serán detalladas posteriormente.

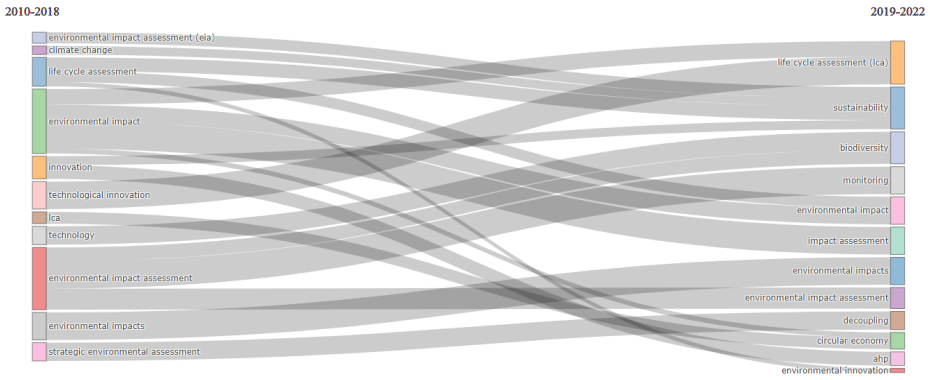


Figura 4 – Tendencia en conceptos. Fuente: Elaboración propia.

4. Estadísticas sobre energía eléctrica en Colombia

En los últimos años, se ha evidenciado un crecimiento significativo en la demanda de energía eléctrica en términos generales a nivel mundial (Mobile World Life, 2019). Para el caso específico de Colombia se refleja la necesidad de incrementar la generación de energía para satisfacer la demanda, la cual se puede evidenciar que es crecimiento durante los últimos años, tal como lo enseña el gráfico 1. Los datos presentados por la UPME (2022), muestran un aumento constante en la demanda de energía SIN (Sistema Interconectado Nacional) a lo largo de los años. En el año 2000, la demanda era de aproximadamente 41,478.846 GW/h, y para el año 2022, se registró un valor de 76,657.114 GW/h, lo que equivale a un 84.8% en el transcurso de 22 años. Este incremento en la demanda de energía eléctrica refleja el crecimiento económico y social del país, así como la mayor dependencia de la energía eléctrica en diversas actividades y sectores.

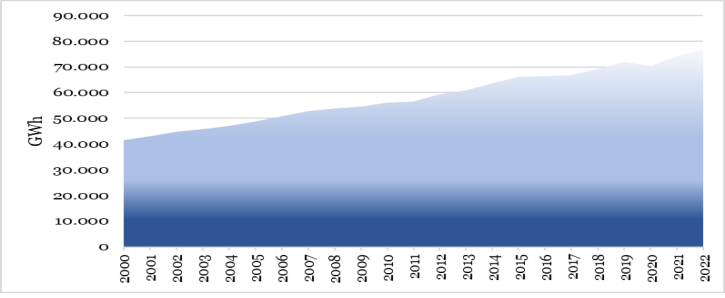


Figura 5 – Demanda de Energía en Colombia 2000-2022. Fuente: Elaboración propia con base en informe de la UPME (Gobierno de Colombia, 2022)

La creciente demanda mundial de energía eléctrica ha generado un enfoque renovado en la expansión de fuentes de generación sostenibles y confiables (Harish & Kumar,

2016). Entre las opciones disponibles, la energía hídrica ha sido reconocida como una de las fuentes más importantes debido a su capacidad para proporcionar energía firme, es decir, una oferta constante y confiable de energía (Sisodia et al., 2016).

En Colombia, se asignan Obligaciones de Energía Firme (OEF) a diferentes tipos de generación, incluyendo la hídrica, térmica, eólica y solar. Estas obligaciones son fundamentales para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la energía suministrada a los consumidores, promoviendo una mezcla óptima de fuentes de energía que pueden cumplir con los requisitos de energía firme. La generación hídrica, en particular, se destaca por su capacidad de producir energía constantemente y de manera predecible, independientemente de las condiciones climáticas. Esta capacidad se basa en la disponibilidad de recursos hídricos y en la adecuada planificación de los proyectos hidroeléctricos. Además de ofrecer una oferta estable de energía eléctrica, las plantas hidroeléctricas pueden almacenar energía en forma de agua embalsada, lo que les permite responder rápidamente a las variaciones de la demanda eléctrica y mantener la estabilidad del suministro energético (XM Energy, 2022).

5. Tecnologías y herramientas para la mejora de la EIA

La EIA en proyectos hidroeléctricos se beneficia ampliamente de diversas tecnologías y herramientas que permiten recopilar, analizar y evaluar datos de manera más precisa y eficiente (Hare, 1991). A continuación, se describen algunas de las principales tecnologías utilizadas en este contexto. Es importante aclarar que estas tecnologías son las más relevantes identificadas en la revisión de literatura realizada previamente.

5.1. Teledetección

Mediante el uso de sensores remotos, como satélites, aviones o drones, se adquiere información detallada sobre la superficie terrestre, lo que permite obtener imágenes y datos geoespaciales de alta resolución. Esta información resulta fundamental para identificar y monitorear cambios en los ecosistemas, la cobertura vegetal y la calidad del agua, elementos clave en la EIA (Silva et al., 2008).

En el contexto de proyectos hidroeléctricos, la teledetección permite realizar un seguimiento de las áreas afectadas por el proyecto y evaluar la magnitud de los cambios, tanto antes como después de su implementación. Esto permite una comparación precisa y objetiva de los impactos generados, facilitando la toma de decisiones informada y el diseño de medidas de mitigación adecuadas.

Estos datos pueden ser utilizados para evaluar la respuesta de los ecosistemas a diferentes condiciones y prácticas de gestión, así como para identificar patrones y tendencias a largo plazo. Además, la integración de técnicas de análisis espacial y modelado numérico permite simular y predecir posibles escenarios de impacto (Al-Rumaihi et al., 2020).

5.2. Aprendizaje automático

También conocido como machine learning, se ha convertido en una herramienta innovadora y prometedora en la EIA en proyectos hidroeléctricos. Esta rama de la

inteligencia artificial permite a los sistemas informáticos aprender de manera automática a partir de la experiencia y los datos, mejorando su rendimiento a

Al utilizar algoritmos y modelos matemáticos, el aprendizaje automático puede procesar y analizar datos ambientales recopilados de diversas fuentes, como mediciones in situ, imágenes satelitales, registros climáticos y datos de calidad del agua, permitiendo identificar factores de impacto relevantes y su relación con los efectos observados en el entorno.

Además, el aprendizaje automático puede desempeñar un papel crucial en la toma de decisiones informadas. A través del análisis predictivo, los modelos de aprendizaje automático pueden estimar los posibles escenarios futuros y evaluar su impacto ambiental. Esto ayuda a los responsables de la toma de decisiones a anticipar y mitigar los impactos negativos, así como a optimizar la planificación y el diseño de proyectos hidroeléctricos (Xie et al., 2023).

5.3. Inteligencia artificial (IA)

La capacidad de las máquinas para imitar el comportamiento humano y realizar tareas que antes requerían de la inteligencia humana ha abierto nuevas posibilidades en el estudio de los impactos ambientales y en la toma de decisiones informadas. Una de las aplicaciones más destacadas es la modelación de escenarios futuros.

Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático y técnicas de simulación, la IA puede generar modelos predictivos que ayudan a comprender y predecir los posibles efectos ambientales de un proyecto hidroeléctrico. Estos modelos permiten evaluar los impactos en diferentes variables, como la calidad del agua, la biodiversidad y los patrones de flujo, en función de diferentes escenarios y condiciones.

Otra área en la que la IA muestra su potencial es la optimización de procesos. Los algoritmos de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos y encontrar soluciones óptimas que minimicen los impactos ambientales y maximicen la eficiencia en la operación de una central hidroeléctrica. Esto puede incluir la optimización del diseño de las turbinas y los sistemas de control, la programación óptima de las operaciones y la gestión eficiente de los recursos hídricos (Xie et al., 2023).

5.4. Sistema de información geográfica (SIG)

Permiten la integración y visualización de datos geoespaciales relevantes. Estas herramientas tecnológicas han revolucionado la forma en que se recopila, almacena, analiza y presenta información relacionada con la ubicación geográfica, lo que resulta especialmente beneficioso en el estudio de los impactos ambientales.

En el contexto de la EIA, los SIG son utilizados para recopilar y organizar datos geoespaciales clave, como datos topográficos, de uso del suelo, redes hidrológicas y características ambientales. Estos datos pueden ser obtenidos de diversas fuentes, como imágenes satelitales, levantamientos topográficos y bases de datos cartográficas. La capacidad de los SIG para integrar estos datos en una plataforma unificada permite a los investigadores y profesionales analizar y comprender la complejidad espacial de los impactos potenciales de un proyecto hidroeléctrico (Kaab et al., 2019).

Los SIG pueden ser utilizados para identificar áreas sensibles o protegidas que podrían verse afectadas por el proyecto, como reservas naturales, hábitats de especies en peligro de extinción o zonas de recarga de acuíferos. Asimismo, los SIG permiten evaluar el impacto de las infraestructuras hidroeléctricas en la calidad del agua, el flujo de los ríos y la conectividad de los ecosistemas acuáticos. Esto contribuye a una mayor transparencia y participación en el proceso de EIA, fomentando una toma de decisiones informada y sostenible.

5.5. Herramientas que apoyan la toma de decisiones.

Por otra parte, la toma de decisiones en la EIA en proyectos hidroeléctricos es un proceso complejo que involucra considerar múltiples objetivos y criterios en un entorno de incertidumbre. Para abordar esta complejidad, se emplean herramientas de análisis multicriterio y multiobjetivo, en combinación con las tecnologías mencionadas anteriormente, para facilitar una evaluación más integral y precisa. Estas herramientas permiten considerar la interacción de diferentes variables y evaluar el impacto de las decisiones en múltiples aspectos ambientales.

El enfoque multicriterio se basa en la evaluación de múltiples criterios, tales como impactos en la biodiversidad, calidad del agua, cambios en el paisaje, emisiones de gases de efecto invernadero y aspectos socioeconómicos. Cada criterio se pondera de acuerdo con su importancia relativa y se utiliza para evaluar diferentes alternativas o escenarios. Esto permite una evaluación holística de los impactos ambientales, considerando las diversas dimensiones del proyecto hidroeléctrico.

Además, el análisis multiobjetivo busca encontrar soluciones óptimas que maximicen el cumplimiento de múltiples objetivos, teniendo en cuenta las restricciones y los trade-offs existentes. Por ejemplo, se pueden definir objetivos como maximizar la generación de energía, minimizar la alteración de los ecosistemas y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos objetivos pueden ser contradictorios y difíciles de optimizar simultáneamente, por lo que se emplean métodos y algoritmos específicos para encontrar soluciones que equilibren los diferentes objetivos (Postacchini et al., 2020).

Estas herramientas de toma de decisiones bajo incertidumbre ofrecen una ventaja significativa en la EIA en proyectos hidroeléctricos. Al considerar múltiples objetivos y criterios, permiten una evaluación más integral y rigurosa de las alternativas, teniendo en cuenta la complejidad del sistema y los posibles escenarios futuros. Además, al utilizar tecnologías como la teledetección, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial y los sistemas de información geográfica, se mejora la precisión y la eficiencia del análisis, proporcionando información más confiable para la toma de decisiones.

Es por lo anterior que se puede afirmar que la tecnología y sus desarrollos por medio de la innovación, ha permitido el desarrollo de software y herramientas específicas para el análisis multiobjetivo y multicriterio en la EIA. Estas herramientas proporcionan una plataforma integrada que permite la evaluación sistemática y cuantitativa de los diferentes objetivos y criterios involucrados. Por ejemplo, el software “MIVES” (Multi-Objective and Multicriteria Evaluation System) ha sido utilizado para evaluar los impactos ambientales de proyectos hidroeléctricos considerando múltiples objetivos y criterios (Udomsri et al., 2018). Estas herramientas facilitan la toma de decisiones bajo

incertidumbre al proporcionar una estructura analítica y un enfoque sistemático para el análisis de impactos ambientales.

6. Casos de éxito en el contexto colombiano

Para el contexto colombiano, se presentan algunos casos de éxito los cuales se explican a continuación.

El proyecto hidroeléctrico El Quimbo, ubicado en el departamento de Huila, Colombia, implementó soluciones tecnológicas innovadoras para mejorar la EIA. Uno de los principales desafíos fue evaluar los posibles efectos en los ecosistemas acuáticos, especialmente en la calidad del agua y la fauna íctica (EMGESA S.A, 2008).

Para abordar este desafío, se utilizó tecnología de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para recopilar y analizar datos espaciales. Se llevaron a cabo monitoreos periódicos mediante imágenes satelitales y drones para evaluar la cobertura vegetal, la dinámica de inundación y los cambios en los cuerpos de agua. Además, se implementaron modelos hidrodinámicos y de calidad del agua para predecir los posibles impactos en la calidad del agua y la distribución de especies acuáticas.

Mediante estas tecnologías, se logró una evaluación más precisa y detallada de los impactos ambientales del proyecto. Por ejemplo, se identificaron áreas críticas para la conservación de especies endémicas y se diseñaron medidas de mitigación específicas, como la creación de corredores ecológicos y la implementación de programas de repoblación de peces nativos. Estas soluciones tecnológicas permitieron una evaluación integral de los impactos ambientales y contribuyeron a minimizar los posibles efectos negativos en el ecosistema acuático (ANLA, 2019).

Así mismo, en el proyecto de utilizaron SIG para la georreferenciación y delimitación de los predios afectados por el proyecto, de tal forma que se dispusiera de información actualizada que permitiera mejorar la gestión predial y la compensación a los afectados.

Por otro lado, la implementación de sistemas de alerta temprana es una solución tecnológica innovadora que ha mejorado la EIA en proyectos hidroeléctricos en Colombia. Estos sistemas utilizan tecnología de monitoreo en tiempo real para prever y prevenir posibles desastres naturales y sus impactos en el medio ambiente (Gobernación de Antioquia, 2023).

En el contexto de proyectos hidroeléctricos, los sistemas de alerta temprana son fundamentales para evaluar y mitigar los riesgos asociados a eventos hidrológicos extremos, como inundaciones y deslizamientos de tierra. Estos sistemas integran datos hidrometeorológicos en tiempo real, como niveles de ríos, precipitación y pronósticos meteorológicos, con modelos numéricos y algoritmos de análisis de riesgos (EPM, 2011).

Un ejemplo destacado es la implementación del sistema de alerta temprana en la central hidroeléctrica de Ituango, ubicada en el departamento de Antioquia. Este sistema utiliza tecnología de telemetría para monitorear y analizar los datos hidrometeorológicos en tiempo real. Además, se emplean modelos de predicción hidrológica para evaluar el comportamiento de los caudales y la capacidad de almacenamiento del embalse. La

información generada por este sistema de alerta temprana permite tomar decisiones con mayor inmediatez y certeza de los posibles efectos asociados (Defensoría del pueblo, 2020).

7. Beneficios y desafíos de la integración tecnológica e innovación en la EIA

La aplicación de tecnología e innovación en la EIA en proyectos hidroeléctricos ha demostrado diversas ventajas y beneficios en términos de eficiencia, precisión y toma de decisiones informada. Estas ventajas son clave para garantizar una evaluación exhaustiva y responsable de los posibles efectos ambientales de dichos proyectos.

Eficiencia en la recopilación y análisis de datos ambientales: La utilización de tecnologías como la teledetección, los sistemas de información geográfica (SIG) y el aprendizaje automático ha mejorado significativamente la eficiencia en la recopilación y análisis de datos ambientales. Estas herramientas permiten la recopilación de grandes volúmenes de información en períodos de tiempo más cortos y de manera más precisa (Kaab et al., 2019; Kaldellis & Zafirakis, 2011).

Precisión en la EIA: La tecnología y la innovación ofrecen herramientas y métodos más precisos para evaluar los impactos ambientales en proyectos hidroeléctricos. El uso de modelos numéricos, algoritmos avanzados y análisis de datos masivos permite identificar patrones y relaciones complejas que pueden pasar desapercibidos mediante métodos tradicionales de evaluación (Kraus et al., 2020; Silva et al., 2008).

Toma de decisiones informada: La tecnología y la innovación en la EIA brindan una base sólida para la toma de decisiones informada. La integración de datos ambientales precisos y actualizados, combinados con modelos predictivos y herramientas de análisis espacial, permite evaluar escenarios alternativos y analizar los posibles efectos de las decisiones tomadas. Esto ayuda a identificar y evaluar opciones de mitigación y compensación que minimicen los impactos negativos en el medio ambiente. Además, las herramientas tecnológicas también facilitan la comunicación y la participación de las partes interesadas al presentar información de manera clara y accesible, fomentando un diálogo abierto y una toma de decisiones más inclusiva (Kraus et al., 2020; Postacchini et al., 2020)

8. Conclusiones

La tecnología y la innovación desempeñan un papel fundamental en la EIA en proyectos hidroeléctricos. La aplicación de herramientas como la teledetección, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial y los sistemas de información geográfica ha mejorado significativamente la recopilación, análisis y evaluación de datos ambientales, permitiendo una evaluación más precisa y completa de los impactos.

El uso de estas tecnologías ha demostrado ventajas en términos de eficiencia, precisión y toma de decisiones informada. Han facilitado la identificación de impactos ambientales relevantes, la implementación de medidas de mitigación y la gestión ambiental de los proyectos hidroeléctricos.

El análisis bibliométrico muestra un creciente interés en la temática de impactos ambientales y sostenibilidad en la generación de energía eléctrica, con la participación destacada de países como China, Estados Unidos, Italia, España y Brasil en la investigación científica. Se enfoca en aspectos como eficiencia energética, innovación ecológica y evaluación del ciclo de vida, evidenciando la importancia de abordar los impactos ambientales y promover prácticas sostenibles en la generación de energía.

La más grande limitación de este estudio y que permitiría abordar trabajos futuros se centra en que sólo se toman las temáticas de innovación y tecnología dentro de la ecuación de búsqueda del estudio lo que limita los resultados; a futuro se podría ampliar dicha ecuación y evidenciar otras aristas no identificadas en la presente investigación.

Referencias

Al-Rumaihi, A., McKay, G., Mackey, H. R., & Al-Ansari, T. (2020). Environmental Impact Assessment of Food Waste Management Using Two Composting Techniques. Sustainability, 12(4), 1595. https://doi.org/10.3390/su12041595

ANLA. (2019). Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo. Proyectos. https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo#:~:text=El%20proyecto%20hidroel%C3%A9ctrico%20El%20Quimbo%2C%20es%20una%20central%20a%20pie,%C3%A1rea%20inundada%20de%208250%20ha.

Asplund, T., & Hjerpe, M. (2020). Project coordinators' views on climate adaptation costs and benefits–justice implications. Local Environment, 25(2), 114–129. https://doi.org/10.1080/13549839.2020.1712340

Chen, G., & Xiao, L. (2016). Selecting publication keywords for domain analysis in bibliometrics: A comparison of three methods. Journal of Informetrics, 10(1), 212–223. https://doi.org/10.1016/J.JOI.2016.01.006

Clark B.D. (1984). Environmental impact assessment (EIA): scope and objectives. In Perspectives on environmental impact assessment. (pp. 3–13). Centre for Environ Management & Planning.

De Filippo, D., & Fernández, M. (2002). Bibliometría: Importancia de los indicadores bibliométricos. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana.

Defensoría del pueblo. (2020). ALERTA TEMPRANA N° 004-2020. https://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2020/05/AT-N%C2%B0-004-2020-ANT-Brice%C3%B1o-e-Ituango.pdf

Departamento Administrativo de la Función Pública. (2015, May 26). Decreto 1076. Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gestor Normativo. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153

EMGESA S.A. (2008). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO. https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%C3%B1ol/sobre_enel/generaci%C3%B3n/central-hidroelectrica-el-quimbo/Estudio_de_impacto_ambiental.pdf

EPM. (2011). ACTUALIZACIÓN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL-EVALUACIÓN AMBIENTAL. https://cu.epm.com.co/Portals/institucional/proyecto-hidroelectrico-ituango/documentos/d-phi-eam-eia-cap05.pdf

Gevirts, J. L., & Rowe, P. G. (1977). Natural environmental impact assessment: A rational approach. Environmental Management, 1(4), 295. https://doi.org/10.1007/BF01865857

Gobernación de Antioquia. (2023). Sistema de Alerta y Monitoreo de Antioquia, SAMA, un referente nacional para la protección de la vida. https://antioquia.gov.co/component/k2/19279-sistema-de-alerta-y-monitoreo-de-antioquia-sama-un-referente-nacional-para-la-proteccion-de-la-vida

Gobierno de Colombia. (2022). Unidad de Planeación Minero Energética. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia

Hare, B. (1991). Environmental impact assessment: broadening the framework. Science of The Total Environment, 108(1–2), 17–32. https://doi.org/10.1016/0048-9697(91)90231-3

Harish, V. S. K. V, & Kumar, A. (2016). A review on modeling and simulation of building energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 56, 1272–1292. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.040

International Hydropower Association. (2019). Hydropower status report.

Kaab, A., Sharifi, M., Mobli, H., Nabavi-Pelesaraei, A., & Chau, K. (2019). Combined life cycle assessment and artificial intelligence for prediction of output energy and environmental impacts of sugarcane production. Science of The Total Environment, 664, 1005–1019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.004

Kaldellis, J. K., & Zafirakis, D. (2011). The wind energy (r)evolution: A short review of a long history. Renewable Energy, 36(7), 1887–1901. https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.01.002

Kraus, S., Rehman, S. U., & García, F. J. S. (2020). Corporate social responsibility and environmental performance: The mediating role of environmental strategy and green innovation. Technological Forecasting and Social Change, 160, 120262. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120262

Kuriqi, A., Pinheiro, A. N., Sordo-Ward, A., & Garrote, L. (2020). Water-energy-ecosystem nexus: Balancing competing interests at a run-of-river hydropower plant coupling a hydrologic–ecohydraulic approach. Energy Conversion and Management, 223. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113267

Martinovich, V. (2020). Indicadores de Citación y Relevancia Científica: Genealogía de una Representación. Dados, 63(2). https://doi.org/10.1590/001152582020218

Mobile World Life. (2019). Global ICT Energy Efficiency Summit tackles 5G energy and beyond.

Postacchini, L., Simoncini, M., Forcellese, A., Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Andreassi, G., & Russo, A. C. (2020). Environmental assessment of an automated impregnation process of carbon fiber tows. Procedia CIRP, 88, 445–450. https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.077

Pranckutė, R. (2021). Web of science (Wos) and scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. In Publications (Vol. 9, Issue 1). https://doi.org/10.3390/publications9010012

Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. Journal of Documentation, 25, 348.

Sancho, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. Revista Española de Documentación Científica, 13(3–4), 842–865. https://doi.org/10.1076/epri.13.2.152.29037

Silva, T. S. F., Costa, M. P. F., Melack, J. M., & Novo, E. M. L. M. (2008). Remote sensing of aquatic vegetation: theory and applications. Environmental Monitoring and Assessment, 140(1–3), 131–145. https://doi.org/10.1007/s10661-007-9855-3

Sisodia, G. S., Sahay, M., & Singh, P. (2016). System Dynamics Methodology for the Energy Demand Fulfillment in India: A Preliminary Study. Energy Procedia, 95, 429–434. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.054

Xie, J., Wu, Z., Zhang, X., Hu, X., & Shi, C. (2023). Trends and developments in low-heat portland cement and concrete: A review. Construction and Building Materials, 392, 131535. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131535

XM Energy. (2022). Obligaciones de energía firme. https://www.xm.com.co/transacciones/cargo-por-confiabilidad/obligaciones-de-energia

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 22/09/2023
Aceitação/Acceptance: 29/11/2023

E-learning en programas universitarios de ingeniería: Una revisión sistemática de la literatura entre 2010-2023

Miñan Olivos Guillermo Segundo[1], Moreno Ramos Joandri Airton[2], Fernández Cruz Ximena Daniella[3]

C20342@utp.edu.pe; u22219738@utp.edu.pe; u22322252@utp.edu.pe

[1,2,3] Universidad Tecnológica del Perú, Chimbote, 02800, Ancash, Perú.

Pages: 316-330

Resumen: El presente estudio tuvo por finalidad desarrollar una revisión sistemática de la literatura entre 2010-2023 sobre el uso de E-learning en programas universitarios de ingeniería. En ese sentido, se diseñó un estudio analítico y estructurado que contempló diversas etapas para la búsqueda, selección, clasificación, tabulación y análisis de la información en diversos estudios publicados. El estudio utilizó la declaración PRISMA 2020 y se analizaron bases de datos como Scopus, Scielo, Redalyc, entre otras. La revisión sistemática incluyó 27 estudios que atravesaron las diversas etapas estipuladas y cumplieron con criterios de inclusión y exclusión. Los resultados bibliométricos muestran un incremento en el número de publicaciones a partir del 2021, sobre todo en español (59%). Finalmente, el análisis de contenido permitió concluir que la herramienta E-learning en programas universitarios de ingeniería presenta evidencia empírica sobre su impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

Palabras-clave: e-learning, ingeniería, aprendizaje, universidad

E-learning in university engineering programs: A systematic review of the literature between 2010-2023

Abstract: La The purpose of this study was to develop a systematic review of the literature between 2010-2023 on the use of E-learning in university engineering programs. In this sense, an analytical and structured study was designed that contemplated several stages for the search, selection, classification, tabulation and analysis of the information in various published studies. The study used the PRISMA 2020 statement and databases such as Scopus, Scielo, Redalyc, among others, were analyzed. The systematic review included 27 studies that went through the various stipulated stages and met inclusion and exclusion criteria. The bibliometric results show an increase in the number of publications as of 2021, especially in Spanish (59%). Finally, the content analysis led to the conclusion that the E-learning tool in university engineering programs presents empirical evidence of its positive impact on students' academic performance.

Keywords: e-learning, engineering, learning, university

1. Introducción

El COVID-19 impulsó a las instituciones de educación superior a emplear herramientas digitales para asegurar la calidad educativa a distancia (Vera y Monsalve, 2022). Por su parte, el E-Learning (EL) se presenta como una alternativa beneficiosa para estudiantes de pregrado y postgrado. Hoy en día, se dispone de plataformas tecnológicas educativas como: Docebo, Moodle, DOkeos, Claroline, Atutor, Ilias y Sakai. Estas plataformas facilitan la innovación, administración, gestión y distribución de recursos por internet, integrando actividades de creación, organización, entrega, comunicación, colaboración y evaluación (Tovar et al., 2020). Así, el sector educativo experimenta una transformación digital que promueve métodos de aprendizaje interactivos y el desarrollo de habilidades interpersonales y de pensamiento. Esto es especialmente relevante en los programas universitarios de ingeniería. Un egresado en ingeniería debe tener habilidades técnicas y blandas que le permitan innovar y resolver problemas complejos con nuevos modelos (Zergout et al., 2020). Los programas de E-Learning deben garantizar y fortalecer estas competencias, así como las digitales e informáticas. Al respecto, se puede considerar un caso de estudio desarrollado en la asignatura Principios de Construcción Naval de la Universidad Politécnica de Catalunya, que se dictó de forma virtual por el COVID-19. En esta asignatura se aplicaron herramientas de gamificación que mejoraron la motivación, la asistencia, la participación, el aprendizaje colaborativo y el clima de aula de los estudiantes. Estos aspectos fueron claves en un escenario crítico, donde las clases se adaptaron al aprendizaje en línea por la pandemia (León y Peña, 2022). E-Learning como alternativa educativa se puede combinar con otras metodologías de aprendizaje, lo que beneficia especialmente a los estudiantes que inician sus estudios de ingeniería. Así, se les ofrece una formación profesional de calidad, que favorece su integración al entorno universitario, su confianza, autonomía, responsabilidad y compromiso con su propio proceso de aprendizaje (Dapelo y Espinoza, 2016). Por lo expuesto, se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Qué análisis se puede desarrollar a partir de estudios relevantes sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería durante el 2010-2023?

2. Metodología

2.1. Tipo de estudio

La presente investigación ha desarrollado una revisión sistemática de la literatura. Es decir, se ha realizado una búsqueda bibliográfica planificada y estructura para obtener una síntesis sobre el conocimiento existente en un tema específico (Linares et al, 2018). En este caso específico, determinar analizar la estrategia de E-learning en programas universitarios de ingeniería durante el 2010-2023 desde un punto de vista bibliométrico y sobre los contenidos temáticos de estudios relevantes. En concordancia con el tipo de estudio este artículo usó el Método PRISMA, una guía para publicar revisiones sistemáticas y metaanálisis con calidad e integridad (Page et al., 2021). PRISMA se basa en pasos secuenciales y claros que diferencian entre registros, artículos a texto completo

y estudios individuales (Hutton, Catalá y Moher, 2016). Asimismo, incorpora nuevos aspectos conceptuales y metodológicos de las revisiones sistemáticas que han surgido en los últimos años (Urrútia y Bonfill, 2010).

2.2. Estrategia de búsqueda y fuentes de información

Las fuentes de información que se consultaron fueron bases de datos tales como: Scopus, DOAJ, Dialnet, Redalyc y Scielo. Respecto a estrategias de búsqueda se utilizaron los campos Article, Title, Abstract y Keywords y se aplicaron palabras clave: "E-learning" e "ingeniería", "educación ingeniería", "academic performance", "educación virtual", "educación superior", "software", "TIC". Luego de un filtrado inicial de búsqueda se recopilaron 200 estudios; 72 en español, 123 en inglés y 5 portugués.

2.3. Selección de estudios y criterios de elegibilidad

Posteriormente, se aplicaron criterios más rigurosos de inclusión y exclusión, tal como se muestra en la Tabla 1:

Nº	Criterios aplicados en la revisión sistemática
1	El título o el resumen contiene una o todas las variables de estudio.
2	Las palabras clave se asocian a las variables del estudio.
3	La fecha de publicación corresponde al periodo establecido para la revisión.
4	El idioma del estudio corresponde a los idiomas admitidos para la revisión.
5	El país de la investigación corresponde a la delimitación espacial de la revisión.
6	La investigación tiene una versión completa (open access)
7	Los resultados del estudio corresponden a una investigación aplicativa/correlacional
8	El estudio evidencia herramientas tecnológicas sobre E-learning
9	La investigación evidencia resultados o indicadores cuantitativos

Tabla 1 – Criterios de inclusión y exclusión sobre estudios

2.4. Proceso de extracción de datos

Una vez que se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron 27 estudios. Para la extracción de datos se hizo uso de una hoja de cálculo donde se tabularon datos bibliométricos de cada estudio seleccionado: autor, año, idioma, entre otros. De la misma manera, el contenido de los estudios se tabuló y clasificó mediante tablas dinámicas, identificando información relevante de cada uno de ellos. El análisis de contenido consistió en la identificación de herramientas tecnológicas asociadas al E-learning en programas universitarios de ingeniería; asimismo, se evaluaron los resultados de los estudios para demostrar los efectos de aplicar E-learning en programas universitarios de ingeniería o de posibles hallazgos correlaciones en dichos contextos de aprendizaje virtual.

3. Resultados

Los resultados de la revisión sistemática sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería entre 2010-2023 iniciaron con un análisis bibliométrico.

3.1. Análisis Bibliométrico

En Tabla 2 se puede apreciar cada una de las investigaciones incluidas en la revisión sistemática sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería entre 2010-2023.

Autores	Título de la investigación
Vargas y Giraldo (2015)	Modelo Didáctico en Toma de Decisiones relacionadas con la Gestión de Producción y Operaciones. Aplicación en Ingeniería Química
Gamarra, Bertel y Velásquez (2016)	Herramienta de Software para el Aprendizaje de Sistemas Difusos en un Curso de Control Digital
Gil et al. (2013)	Projects and research for the Education improvement and the use of Technology in Engineering
Gutiérrez y Pacheco (2018)	Satisfaction of the students in a preparatory course of mathematics in e-modalities
Schofield y Lester (2010)	Virtual Chemical Engineering: Guidelines for E-Learning in Engineering Education
Estrada, Fuentes y Simón (2022)	La formación de habilidades investigativas en estudiantes de ingeniería en ciencias informáticas desde la asignatura de gestión de software: Un estudio de caso en la universidad de las ciencias informáticas, Cuba
Mamedova et al. (2023)	Online education of engineering students: Educational platforms and their influence on the level of academic performance
Ayuga et al. (2012)	Diseño de un cuestionario para evaluar conocimientos básicos de estadística de estudiantes del último curso de ingeniería
Alducin y Vázquez (2017)	Estilos de aprendizaje, variables sociodemográficas y rendimiento académico en estudiantes de ingeniería de edificación
Mello y Gómez (2022)	Beliefs and academic performance in mathematics at admission to engineering degrees
Cruz et al. (2022)	Relación de preferencias en estilos de aprendizaje con el rendimiento académico de los estudiantes universitarios de ingeniería
Taipe, Yancachajlla y Flores (2020)	Aprendizaje de la dinámica de una partícula a través del software Interactive Physics en estudiantes de ingeniería
Justo et al. (2021)	Digital educational strategies to support basic engineering science courses
Acevedo, Valencia y Obregon (2020)	Development of a new educational package based on e-learning to study engineering thermodynamics process: combustion, energy and entropy analysis
Giray (2021)	An assessment of student satisfaction with e-learning: An empirical study with computer and software engineering undergraduate students in Turkey under pandemic conditions
Rodríguez y Arnáiz (2014)	Conectando la Teoría con la Práctica en Asignaturas de Ingeniería Química
Escobar y Fuertes (2015)	Modelo formal de pruebas funcionales de software para alcanzar el Nivel de Madurez Integrado 2

Autores	Título de la investigación
Lobo et al. (2011)	Uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la enseñanza impartida en el Ciclo Básico de Ingeniería en el NURR-ULA
Acevedo, Tirado y Montero (2015)	Perfil de Aprendizaje y Rendimiento Académico en una Asignatura de Química en Modalidad a Distancia y Presencial en dos Programas de Ingeniería
Navarro y Cuevas (2021)	The impact of a didactic strategy using technology to strengthen the learning of mathematics
Chamorro et al. (2022)	Academic Performance before and during the State of Emergency due to Covid-19: Analysis from the Perspective of Distance Education
Cao (2022)	Learning Quality Evaluation of Course Implementation Supported by Online Teaching Platform
Musarat (2022)	Online chemical engineering education during COVID-19 pandemic: Lessons learned from Pakistan
Monroy et al. (2022)	Impact of the COVID 19 pandemic on the student's academic performance. Case at the School of Engineering - Universidad Nacional de Colombia Bogotá Campus
Yu (2021)	Academic Performance Prediction Method of Online Education using Random Forest Algorithm and Artificial Intelligence Methods
Gómez et al. (2014)	Evolution of teaching and evaluation methodologies: The experience in the computer programming course at the Universidad Nacional de Colombia
García y Benítez (2011)	Competencias Matemáticas Desarrolladas en Ambientes Virtuales de Aprendizaje: el Caso de MOODLE

Tabla 2 – Artículos incluidos en la revisión sistemática sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería durante el 2010-2023

El análisis bibliométrico según el año de publicación se muestra en la Figura 1. Se puede notar que las publicaciones sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería tan tenido un incremento desde el año 2020.

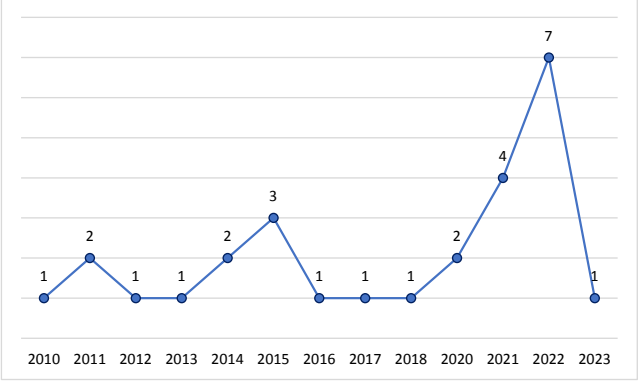


Figura 1 – Análisis bibliométrico a partir del año de publicación

El análisis bibliométrico según procedencia del artículo se muestra en la Figura 2. Se puede notar que las publicaciones sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería tienen una mayor incidencia en países como Perú, Colombia, España y México.

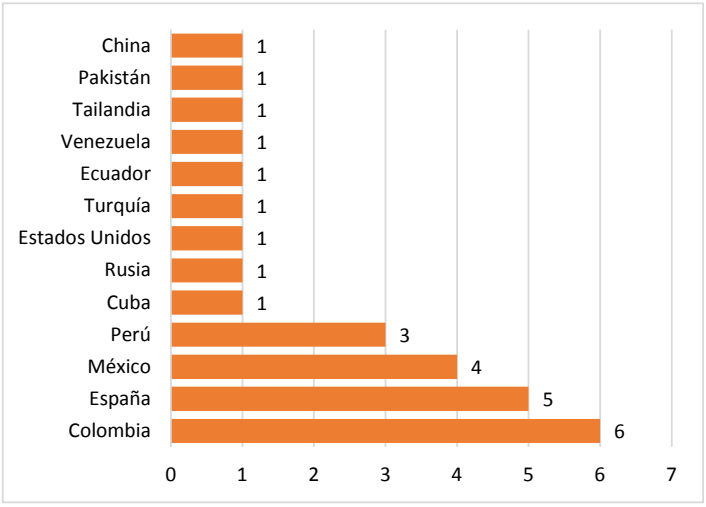


Figura 2 – Análisis bibliométrico según procedencia del artículo

El análisis bibliométrico considerando el idioma del estudio se muestra en la Figura 3. Se puede notar una mayor cantidad de estudios en español sobre estrategias de E-learning en programas universitarios de ingeniería. Sin embargo, la diferencia no es significativa ya que las publicaciones en ingles representan un 41% del total.

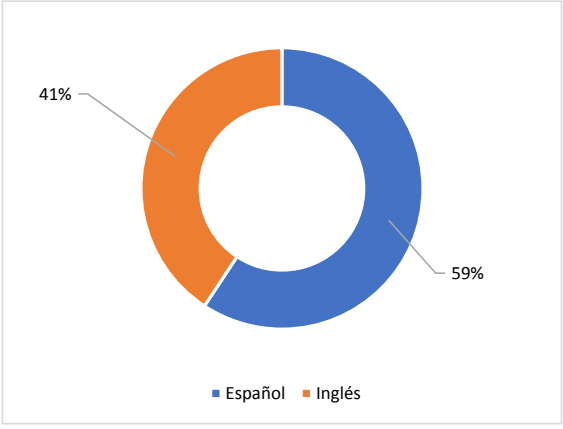


Figura 3 – Análisis bibliométrico considerando el idioma del estudio

El análisis bibliométrico a partir del conteo de palabras clave se muestra en la Figura 4. Se puede notar que educación en ingeniería y academic performance son las palabras claves más representativas en los estudios sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería.

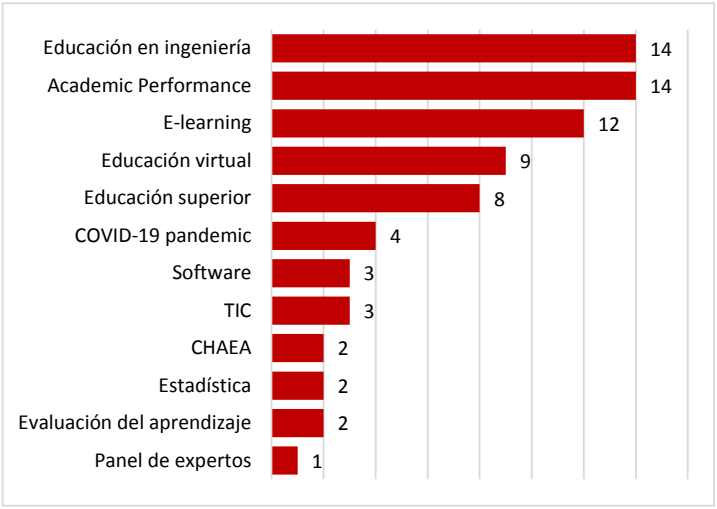


Figura 4 – Análisis bibliométrico a partir del conteo de palabras clave

El análisis bibliométrico según conteo de publicaciones por revista científica se muestra en la Figura 5. Se puede observar que la revista Formación Universitaria destaca en número de publicaciones sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería.

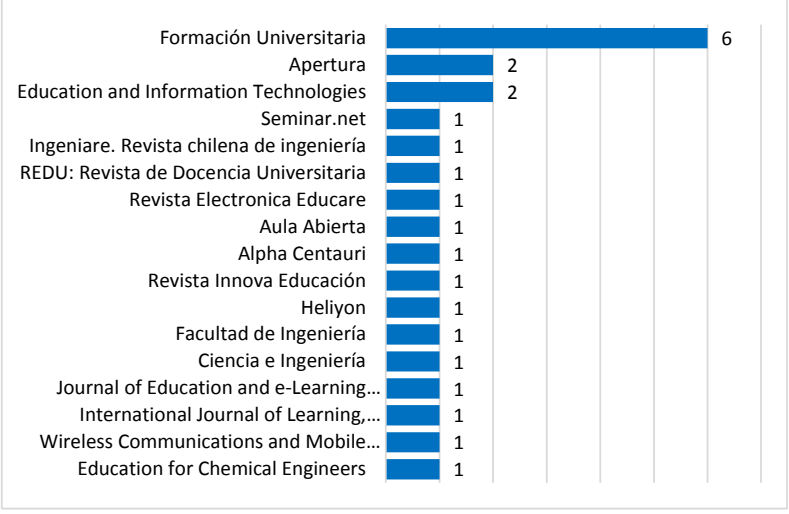


Figura 5 – Análisis bibliométrico según conteo de publicaciones por revista científica

El análisis bibliométrico a partir de la base de datos consultada se muestra en la Figura 6. Se puede notar que SCOPUS es la base de datos que contiene una mayor cantidad de estudios sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería.

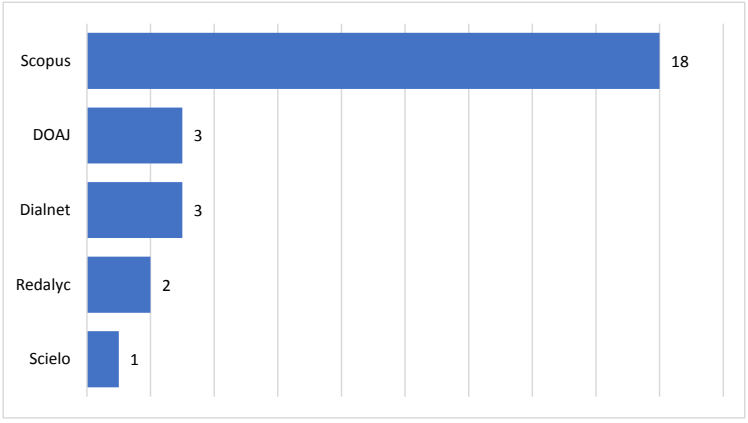


Figura 6 – Análisis bibliométrico a partir de la base de datos consultada

El análisis bibliométrico a partir del conteo de estudios según la filiación del autor principal se muestra en la Figura 7. En ese sentido, es posible identificar a la Universidad Nacional de Colombia como la institución que cuenta con el mayor número de estudios liderados por el autor principal sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería.

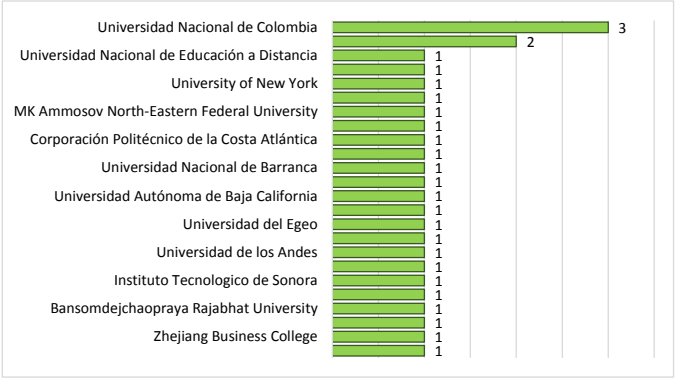


Figura 7 – Análisis bibliométrico a partir del conteo de estudios según la filiación del autor principal

3.2. Análisis de Contenido

De los artículos científicos seleccionados para el trabajo de investigación, 7 estudios utilizaron el LMS como herramienta educativa para favorecer el aprendizaje en

el entorno virtual. Por otro lado, 4 estudios emplearon plataformas MOCC como herramienta educativa para el aprendizaje de estudiantes de ingeniería. El LMS es un software en línea que fomenta la educación virtual, ya que ayuda a crear, implementar y desarrollar un programa dentro de un proceso de enseñanza en línea o e-Learning (Gutiérrez y Pacheco, 2018; Mamedova et al., 2023; Alducin y Vázquez, 2017; Rodríguez y Arnáiz, 2014; Lobo et al., 2011; Musarat, 2022).Los cursos online masivos y abiertos (MOOC) son una herramienta en línea educacional que promueve cursos a distancia a los que se puede acceder solo con internet, esto le permite al estudiante de ingeniería estudiar el curso que desee en el ritmo que pueda y en la profundidad que desee sin costos adicionales (Giray, 2021; Cao, 2022; Yu, 2021; Gómez et al., 2014).

En la tabla 3 también se pueden observar otras herramientas. EVA es un sistema que permite la interacción entre los medios y los participantes de un proceso de enseñanza y aprendizaje en un entorno virtual. EVA facilita la administración de las actividades de enseñanza según el plan de estudio del alumno (Justo et al., 2021; Giray, 2021). CHAEA es otra herramienta que ayuda al docente a diseñar actividades considerando las preferencias de los estudiantes y a identificar sus estilos de aprendizaje para aplicarlos en un entorno virtual (Alducin y Vázquez, 2017; Cruz et al., 2022). WebCT es un sistema comercial de aprendizaje virtual en línea, usado principalmente por instituciones educativas superiores para el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería a través de internet, con el objetivo de mejorar su rendimiento académico (Rodríguez y Arnáiz, 2014).

Herramientas E-learning	N° de Estudios
LMS (Learning Management System)	6
MOOC (Cursos online masivos y abiertos)	4
EVA (Entornos virtuales de aprendizaje)	2
CHAEA (Cuestionario de Estilos de Aprendizaje de Honey-Alonso)	2
WebCT	1
TermolabUA	1
ViRILE (Virtual Reality Interactive Learning Environment)	1
NetworkTeaching	1
EVIC (Entornos virtuales para la investigación científica)	1
FuzzyPCA	1
EVEA (Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje)	1

Tabla 3 – Herramientas identificadas en la revisión sistemática sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería

La tabla 4 resume los principales hallazgos de los estudios recopilados, los cuales se clasificaron en dos grupos. El primer grupo (26) comprendió estudios que evidenciaron algún efecto del E-learning en la aplicación de programas universitarios de ingeniería. El segundo grupo (5) abarcó estudios correlacionales realizados en entornos de E-learning para programas universitarios de ingeniería.

Los efectos del E-learning se reflejaron en el rendimiento académico de los estudiantes de programas de ingeniería, según 13 estudios identificados en la revisión sistemática. Por ejemplo, Mamedova et al. (2023) reportaron una mejora en el nivel de aprobación ("Excelente/Perfecto") alcanzando un total de 30 a 32 estudiantes especializados en "Mecánica Aplicada" entre el 2019 y el 2020. De igual forma, en la Universidad Nacional de Colombia se observó un aumento en el rendimiento académico y en el progreso curricular promedio por semestre de los estudiantes que experimentaron un entorno E-learning, alcanzando el 56% de ellos un nivel bueno o muy bueno, mientras que los estudiantes en modalidad presencial solo representaron 36% en la misma escala (Taipe, Yancachajlla y Flores, 2020). Asimismo, Justo et al. (2021) lograron reducir los índices de desaprobación de los cursos de ciencias básicas en ingeniería mediante el uso de herramientas digitalizadas en educación. Mientras tanto, Acevedo, Tirado y Montero (2015) lograron mejorar el rendimiento académico de estudiantes aplicando un nuevo paquete educativo basado en e-learning para estudiar el proceso de termodinámica en ingeniería: combustión, energía y análisis de entropía. En dicho estudio se calcularon diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) en las calificaciones.

La revisión sistemática también mostró evidencia de que los procesos de enseñanza aprendizaje se mejoran con el E-learning, según 6 estudios citados. Gómez et al. (2014) resaltaban las ventajas de los cursos digitales, como la navegación autónoma y las evaluaciones adaptativas que califican a los estudiantes según sus capacidades. Gamarra, Bertel y Velásquez (2016) valoraron la funcionalidad didáctica de una herramienta digital para el aprendizaje de temas de ingeniería y señalan que este tipo de estrategias también beneficia al docente formador. Gil et al. (2013) establecieron que la enseñanza en Ingeniería y Electrónica se fortalecía con el E-learning, al abordar variables como la accesibilidad remota y la movilidad como ejes de una innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso de laboratorios virtuales para ingeniería química, Schofield y Lester (2010) establecieron que estas herramientas representaban un nuevo método de enseñanza para fortalecer a los estudiantes respecto a procesos de ejecución e interpretación en proyectos experimentales "reales" de laboratorio. También se debe tener en cuenta que la implementación de herramientas digitales en el proceso enseñanza – aprendizaje son elementos valorados por el estudiante y que tienen un impacto positivo en su nivel de satisfacción (Lobo et al., 2011; Gutiérrez y Pacheco, 2018).

En el caso de los estudios correlacionales, Navarro y Cuevas (2021) demostraron una correlación entre la variable calificación de la asignatura de Fundamentos de Matemáticas y el número de prácticas virtuales realizadas para los semestres agosto-diciembre 2018 y enero-mayo 2019. Para una etapa inicial del estudio, establecieron un coeficiente de Pearson de 0.517 con $p < .001$ y, en una etapa final, el coeficiente se ubicó en un valor de 0.38 con $p < .001$. Por su parte, Cao (2022) determinó que en una plataforma virtual la calidad de aprendizaje se correlaciona moderadamente con el rendimiento académico. En esa misma línea, Yu (2021) encontró relación entre el número de manos levantadas, el número de discusiones, el número de recursos de navegación y el número de anuncios con el rendimiento académico de los alumnos. La relación observada fue directamente proporcional; en ese sentido, el autor afirma que mientras más a menudo se perciban esas características de comportamiento en cursos virtuales, mejor será el rendimiento académico.

Efectos de la aplicación de E-learning	**25**
Incremento en el rendimiento académico	12
Mejora del proceso de enseñanza - aprendizaje	6
Mejora en la formación de habilidades y competencias	5
Desarrollo del pensamiento crítico del estudiante	2
Correlación de E-learning con otras variables	**6**
Relación entre E-Learning y rendimiento académico	4
Relación entre E-Learning y habilidades cognitivas	1
Relación entre el E-Learning y trabajo en equipo	1

Tabla 4 – Resultados aplicativos y correlacionales identificados en la revisión sistemática sobre E-learning en programas universitarios de ingeniería

4. Conclusiones

El e-learning es esencial en la educación universitaria de ingeniería debido a su flexibilidad horaria, acceso a recursos globales, personalización del aprendizaje y ahorro de tiempo y dinero. Facilita la actualización constante de conocimientos en un campo en constante evolución, fomenta habilidades digitales esenciales y promueve el aprendizaje autodirigido, preparando a los estudiantes para el mundo laboral actual y futuro. La revisión sistemática del presente estudio ha brindado datos bibliométricos que demuestran una tendencia creciente en cuanto a la publicación de estudios sobre e-learning en programas universitarios de ingeniería. Se logró evidenciar estudios publicados tanto en inglés como en español, principalmente en países como Colombia, México y España. Cabe destacar que la mayor cantidad de estudios sobre el tema se han publicado en Scopus, sobre todo en la Revista Formación Universitaria. Por otro lado, se identificó que autores de la Universidad Nacional de Colombia han liderado una mayor cantidad de estudios sobre e-learning en programas universitarios de ingeniería. Finalmente, existen evidencias empíricas que demuestran un incremento en el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería a partir de estrategias digitales. De la misma manera, estudios correlacionales establecen una relación entre el aprendizaje virtual y variables como el rendimiento académico, habilidades cognitivas y trabajo en equipo.

Referencias

Acevedo, J., Valencia, G., & Obregon, L. (2020). Development of a new educational package based on e-learning to study engineering thermodynamics process: combustion, energy and entropy analysis. *Heliyon*, 6 (6), 1-18. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E04269

Acevedo, D., Tirado, D., & Montero, P. (2015). Perfil de Aprendizaje y Rendimiento Académico en una Asignatura de Química en Modalidad a Distancia y Presencial en dos Programas de Ingeniería. *Formación Universitaria*, 8 (6), 39-46. https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000600006

Alducin-Ochoa, J., & Vázquez-Martínez, A. (2017). Estilos de aprendizaje, variables sociodemográficas y rendimiento académico en estudiantes de ingeniería de edificación. *Revista Electronica Educare*, v21 (1), 1-31. https://doi.org/10.15359/ree.21-1.18

Ayuga-Téllez, E., González-García, C., Grande-Ortiz, M., & Martínez-Falero, E. (2012). Diseño de un cuestionario para evaluar conocimientos básicos de estadística de estudiantes del último curso de ingeniería. *Formacion Universitaria*, 5 (1), 21-32. https://doi.org/10.4067/S0718-50062012000100004

Cao, Y. (2022). Learning Quality Evaluation Of course Implementation Supported by Online Teaching Platform. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 23(1). 1-6. https://doi.org/10.1155/2022/4703760

Chamorro-Atalaya, O., Olivares-Zegarra, S., Atoche-Wong, R., Santos, M., Fierro-Bravo, M., Ruiz-Carrasco, K., Huaman-Flores, E., Huarcaya-Godoy, M., & Chávez-Herrera, C. (2022). Academic Performance before and during the State of Emergency due to Covid-19: Analysis from the Perspective of Distance Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21 (7), 366-378. https://doi.org/10.26803/ijlter.21.7.19

Cruz, T., Gomero, J., Jamanca, N., & Tosso, L. (2022). Relación de preferencias en estilos de aprendizaje con el rendimiento académico de los estudiantes universitarios de ingeniería. *Alpha Centauri*, 3 (1), 2-14. https://doi.org/10.47422/ac.v3i1.70

Dapelo, B., & Espinoza, L. (2016). Impact of an integral tutoring program through psl4x4 in academic performance in subjects of engineering. *Revista de orientación educacional*, 30 (57), 33-44. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6213325

Díaz-Sainz, G., Pérez, G., Gómez-Coma, L., Ortiz-Martínez, V., Domínguez-Ramos, A., Ibañez, R., & Rivero, M. (2021). Mobile learning in chemical engineering: An outlook based on case studies. *Education for Chemical Engineers*, 35 (1), 132-145. https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.01.013

Escobar-Sánchez, M., & Fuertes-Díaz, W. (2015). Modelo formal de pruebas funcionales de software para alcanzar el Nivel de Madurez Integrado 2. *Revista Facultad de Ingeniería*, 24 (39), 31-42. https://doi.org/10.19053/01211129.3549

Estrada, O., Fuentes, D., & Simón, W. (2022). La formación de habilidades investigativas en estudiantes de ingeniería en ciencias informáticas desde la asignatura de gestión de software: Un estudio de caso en la universidad de las ciencias informáticas, Cuba. *Ingeniare Revista chilena de ingeniería*, 30 (1), 109-123. https://doi.org/10.4067/S0718-33052022000100109

Gamarra, M., Bertel, F., & Velásquez, J. (2016). Herramienta de Software para el Aprendizaje de Sistemas Difusos en un Curso de Control Digital. *Formación Universitaria*, 9 (4), 33-40. https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000400005

García, M., & Benítez, A. (2011). Competencias Matemáticas Desarrolladas en Ambientes Virtuales de Aprendizaje: el Caso de MOODLE. *Formación universitaria*, 4 (3), 31-42. https://doi.org/10.4067/S0718-50062011000300005

Gil, M., Gómez, M., Molina, C., Orueta, G., Ortego, R., Ruiz, E., Gutiérrez, S., Abuelela M., & Martín, A. (2013). Projects and research for the Education improvement and the use of Technology in Engineering. *Revista de docencia universitaria*, 11 (0), 301-328. https://doi.org/10.4995/REDU.2013.5558

Giray, G. (2021). An assessment of student satisfaction with e-learning: An empirical study with computer and software engineering undergraduate students in Turkey under pandemic conditions. *Education and information technologies*, 26 (6), 6651-6673. https://doi.org/10.1007/S10639-021-10454-X

Gómez, J., León, E., Cubides, C., Rodríguez, A., Mahecha, J., & Rubiano, J. (2014). Evolution of teaching and evaluation methodologies: The experience in the computer programming course at the Universidad Nacional de Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 34 (2), 85-89. https://doi.org/10.15446/ING.INVESTIG.V34N2.41276

Gutiérrez, C., & Pacheco, M. (2018). Satisfaction of the students in a preparatory course of mathematics in e-modalities. *Apertura*, 10 (2), 6-19. https://doi.org/10.32870/AP.V10N2.1384

Hutton, B., Catalá, F., & Moher, D. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA -NMA. *Medicina Clínica*, 147 (6), 262-266. https://doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025

Justo, A., Castro, L., Aguilar, W., & De las Fuentes, M. (2021). Digital educational strategies to support basic engineering science courses. *Apertura*, 13 (1), 52-67. https://doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1983

León, A., & Peña, M. (2022). Gamification tools in the learning of shipbuilding in the undergraduate marine engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 30 (2), 458-471. https://doi.org/10.1002/cae.22465

Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Alcalde, J., Padilla-Fernández, B., & Ribal M. (2018). Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*, 42 (8),499-506. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112

Lobo, H., Ruiz, L., Pacheco, A., Morón, F., & Delgado, F. (2011). Uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la enseñanza impartida en el Ciclo Básico de Ingeniería en el NURR-ULA. *Ciencia e Ingeniería*, 32 (2), 85-94. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550792005

Mamedova, L., Rukovich, A., Likhouzova, T., & Vorona-Slivinskaya, L. (2023). Online education of engineering students: Educational platforms and their influence on the level of academic performance. *Education and Information Technologies*, 28 (7), 1-38. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11822-5

Mello-Román, J., & Gómez-Chacón, I. (2022). Beliefs and academic performance in mathematics at admission to engineering degrees. *Aula Abierta*, 51 (4), 407-415. https://doi.org/10.17811/rifie.51.4.2022.407-415

Monroy-Varela, S., Gallego-Vega, L., Amórtegui-Gil, F., Vega-Herrera, J., & Díaz-Morales, H. (2022). Impact of the COVID 19 pandemic on the student's academic performance. Case at the School of Engineering - Universidad Nacional de Colombia Bogotá Campus. *DYNA*, 89 (222), 38-47. https://doi.org/10.15446/DYNA.V89N222.101308

Musarat, Y. (2022). Online chemical engineering education during COVID-19 pandemic: Lessons learned from Pakistan. *Education for Chemical Engineers*, 39 (1), 19-30. https://doi.org/10.1016/J.ECE.2022.02.002

Navarro-Ibarra, L., & Cuevas-Salazar, O. (2021). The impact of a didactic strategy using technology to strengthen the learning of mathematics. *Journal of Education and e-Learning Research*, 8 (1), 90-96. https://doi.org/10.20448/journal.509.2021.81.90.96

Page, M., [...], Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74, (9),790-799. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112

Rodríguez-Pérez S. y C. Arnáiz (2014). Conectando la Teoría con la Práctica en Asignaturas de Ingeniería Química. *Formación Universitaria*, 7 (1), 23-30. https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000100004

Schofield, D., & Lester, E. (2010). Virtual Chemical Engineering: Guidelines for E-Learning in Engineering Education. *Seminar.net*, 6 (1), 76-93. https://doi.org/10.7577/SEMINAR.2459

Taipe, C., Yancachajlla, U., & Flores, H. (2020). Aprendizaje de la dinámica de una partícula a través del software Interactive Physics en estudiantes de ingeniería. *Revista Innova Educación*, 2 (2), 330-346. https://doi.org/10.35622/j.rie.2020.02.007

Tovar, M., Sánchez, M., Serny, K., & Ruette, F. (2020). La estructuración de una herramienta para la enseñanza de la química de bachillerato (EduQuim) utilizando la plataforma Moodle. *Ikastorratza.e-Revista de Didáctica*, 25 (1), 208-227. https://doi.org/10.37261/25_ALEA/8

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135 (11), 507-511. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112

Vargas, J., & Giraldo, J. (2015). Modelo Didáctico en Toma de Decisiones relacionadas con la Gestión de Producción y Operaciones. Aplicación en Ingeniería Química. *Formación Universitaria*, 8 (6), 85-94. https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000600011

Vera-Monroy, S., & Monsalve-Silva, S. (2022) "What Happened to Academic Achievement in Chemical Engineering?: A Study in the Days of COVID-19" *Ingeniería y Universidad*, 26 (1), 1-16. https://doi.org/10.11144/Javeriana.iued26.whaa

Yu, J. (2021). Academic Performance Prediction Method of Online Education using Random Forest Algorithm and Artificial Intelligence Methods. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16 (5), 45-57. https://doi.org/10.3991/IJET.V16I05.20297

Zergout, I., Ajana, S., Adam, C., & Bakkali, S. (2020). Modelling Approach of an Innovation Process in Engineering Education: The Case of Mechanical Engineering. *International Journal of Higher Education*, 9 (2),25-39. https://doi.org/10.5430/IJHE.V9N2P25

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 23/07/2023
Aceitação/Acceptance: 27/10/2023

Inteligência Artificial e a Otimização do Fluxo de Pacientes em Ambientes Hospitalares

Ailton Cruz[1], António Lebreiro[1], Kevin Pimenta[1], Vitor Tavares[1], Nelson Pacheco Rocha[2]

ajlc@ua.pt; antonio.miguel9@ua.pt; kevinspimenta@ua.pt; v.tavares@ua.pt; npr@ua.pt

[1] Departamento de Ciências Médicas, Universidade de Aveiro, Campo de Santiago, 3810 Aveiro, Portugal

[2] IEETA, Universidade de Aveiro, 3810 Aveiro, Portugal

Pages: 331-343

Resumo: A revisão reportada por este artigo teve como objetivos analisar o estado da arte e avaliar o impacto da aplicação de técnicas de inteligência artificial na gestão do fluxo de pacientes em ambientes hospitalares. Para tal foi realizada uma pesquisa eletrónica nas bases de dados Scopus, Web of Science e PubMed e, após um processo de seleção, nove estudos foram incluídos na revisão. Os resultados demonstram que existe um interesse atual em utilizar técnicas de inteligência artificial para: i) o desenvolvimento de modelos preditivos para os serviços de urgência; ii) a gestão COVID-19; iii) a gestão de internamentos; e iv) a gestão de consultas externas. Para a validação das soluções propostas, oito dos estudos utilizaram métodos retrospetivos, enquanto um utilizou um método prospetivo. Os resultados das validações efetuadas indicam que um conjunto diversificado de técnicas de inteligência artificial pode ser utilizado para otimizar o fluxo de pacientes em ambientes hospitalares. No entanto, os estudos incluídos não apresentaram evidência científica que permita garantir a translação para a prática clínica das soluções propostas.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Fluxo de pacientes; Ambiente hospitalar.

Artificial Intelligence and the Optimization of Patient Flow in Hospital Environments

Abstract: The review reported by this article aimed to analyze the state of the art and evaluate the impact of the application of artificial intelligence techniques in the management of the patients' flow in hospital environments. For this purpose, an electronic search was carried out in Scopus, Web of Science and PubMed databases and, after a selection process, nine studies were included in the review. The results show that there is a current interest in using artificial intelligence techniques for: i) the development of predictive models for emergency services; ii) COVID-19 management; iii) hospitalization management; and iv) outpatient management. For the validation of the proposed solutions, eight of the studies used retrospective methods, while one used a prospective method. The results of the validations carried out indicate that a set of diverse artificial intelligence techniques can be used to optimize the flow of patients in hospital environments. However, the

included studies did not present scientific evidence to guarantee the translation of the proposed solutions into clinical practice.

Keywords: Artificial intelligence; Patient flow; Hospital.

1. Introdução

Em consequência das alterações demográficas e do aumento de prevalência de morbilidades múltiplas assiste-se a uma necessidade crescente de cuidados de saúde, enquanto os serviços de saúde apresentam capacidade limitada e enfrentam diversas pressões financeiras (Eurostat, 2015; Åhlin, Almström & Wänström, 2022).

O fluxo de pacientes refere-se ao movimento de pacientes nos serviços de saúde (Beck, Okerblom, Kumar, Bandyopadhyay & Scalzi, 2016). Ineficiências internas e utilização inadequada de recursos podem contribuir para uma má gestão do fluxo de pacientes e, consequentemente, sobrelotação dos serviços e atrasos no atendimento (Sánchez, Suárez, Asenjo & Bragulat, 2018; Tlapa et al., 2020).

Em particular, a sobrelotação dos serviços de urgência é um problema global crescente (Eitel, Rudkin, Malvehy, Killeen & Pines, 2010) tendo sido caracterizada, nos Estados Unidos da América, como uma crise nacional (Dharshi, 2006). Tal sobrelotação tem implicações morais (Moskop et al., 2019), compromete o tempo adequado para o tratamento (Bernstein & D'Onofrio, 2009), o que se reflete na segurança, condições de saúde e bem-estar dos pacientes, e, muitas vezes, leva à frustração dos clínicos das equipas de urgência (Oredsson et al., 2011; Kelen et al., 2021).

A sobrelotação de serviços de saúde não é uma característica exclusiva dos serviços de urgência, porque tal dificuldade é sentida por outros serviços como, por exemplo, serviços de internamento (Chow, Puterman, Salehirad, Huang & Atkins, 2011), serviços de imagiologia (Steele, Clarke, Terrell, & Brightmon, 2014) ou serviços de consultas externas (Fan, Tang & Yan, 2020). Por isso, naturalmente, diversos estudos debruçaram-se sobre formas de otimização do fluxo de pacientes (e.g., (Oredsson et al., 2011; De Freitas, Goodacre, O'Hara, Thokala & Hariharan, 2018; Tlapa et al., 2020; Grönbäck, 2023)) com o objetivo de aumentar a eficiência dos serviços de saúde, melhorarem a qualidade do atendimento e oferecerem mais valor aos pacientes (Tlapa et al., 2020).

A aplicação de técnicas de inteligência artificial para a otimização dos cuidados de saúde tem atraído um número crescente de investigadores (Khan, Khan & Khan, 2023; Lambert et al., 2023; Li et al., 2023; Sauerbrei, Kerasidou, Lucivero & Hallowell, 2023) e podem contribuir para uma melhor gestão do fluxo de pacientes. Neste contexto, a revisão reportada por este artigo teve como objetivo reunir de uma forma sistemática e analisar criticamente a literatura científica existente sobre a aplicação da inteligência artificial na gestão do fluxo de pacientes em ambiente hospitalar, o que pode contribuir para perspetivar aplicações futuras.

2. Métodos

Para a revisão foi preparado um protocolo que definiu a questão de investigação, os critérios de elegibilidade, as bases de dados e as expressões de pesquisa, os procedimentos de seleção e a síntese e o reporte de resultados.

Considerando o objetivo da revisão, ou seja, a sistematização da aplicação de técnicas de inteligência artificial na gestão do fluxo de pacientes em ambiente hospitalar, formulou-se a seguinte questão de investigação: Qual o impacto da aplicação de técnicas de inteligência artificial, na gestão de recursos hospitalares, para otimizar o fluxo de pacientes?

Relativamente aos critérios de elegibilidade, de acordo com os critérios de inclusão foram apenas considerados estudos primários publicados em revistas científicas até final de março de 2023, que reportassem implementações de soluções baseadas em técnicas de inteligência artificial para a gestão do fluxo de pacientes em ambiente hospitalar. Por sua vez, em termos de critérios de exclusão, considerou-se a exclusão de todas as referências: i) escritas noutro idioma que não o inglês ou o português; ii) publicadas em atas de conferências ou como capítulos de livros; iii) relacionadas com estudos secundários (e.g., revisões, editoriais ou livros); iv) sem a identificação de autores ou resumo; v) relativas à aplicação de técnicas de inteligência artificial noutros contextos que não o contexto considerado para esta revisão; e vi) sem acesso ao seu texto completo.

No que se refere às fontes de informação foram selecionadas as bases de dados Scopus, Web of Science e PubMed. Por sua vez, as expressões de pesquisa foram elaboradas para identificar todos os estudos primários publicadas em revistas científicas que tivessem nos seus títulos, resumos ou palavras-chave a expressão “Artificial Intelligence” em conjunto com a expressão “Patient Flow” e o termo “Hospital”.

O processo de seleção dos artigos a incluir na revisão contemplou três fases: i) na primeira fase, removeram-se as referências duplicadas e as referências sem resumo e sem autores; ii) na segunda fase, com base na análise do título e resumo, removeram-se todas as referências que não satisfizessem os critérios de elegibilidade; e iii) finalmente, na terceira fase, procedeu-se a análise do texto completo das referências restantes para remover aquelas que não cumpriam os critérios de elegibilidade.

Posteriormente, os artigos incluídos foram analisados e sintetizados em termos de: i) características demográficas; ii) domínios de aplicação; iii) técnicas de inteligência artificial utilizadas; e iv) métodos utilizados para a validação das soluções propostas.

3. Resultados

3.1. Seleção dos Artigos

A pesquisa nas bases de dados ocorreu no final de março de 2023 e incluiu todos os artigos publicados até à data, tendo sido obtido um total de 824 artigos (i.e., Scopus - 84, Web of Science - 219, e PubMed - 521).

Após a identificação das referências, foram removidas 162 duplicadas (Tabela 1). De seguida, com base na análise do título e resumo, foram removidas 642 referências, por não satisfazerem os critérios de elegibilidade. Por último, com base na análise do texto completo, excluíram-se 11 referências em concordância com os critérios de inclusão e exclusão, nomeadamente porque os respetivos estudos, apesar de endereçarem a gestão do fluxo de pacientes em ambientes hospitalares, não incluíram implementações (e.g., (Dawoodbhoy et al., 2021)) ou não consideraram a aplicação de técnicas de inteligência artificial. Assim, nove artigos foram incluídos nesta revisão (Tabela 2).

Fase	Resultados
Referências identificadas pela pesquisa nas bases de dados	824
Referências excluídas por serem duplicadas, ou não terem autores ou resumo	162
Referências excluídas com base na análise to título e resumo	642
Referências excluídas com base na análise texto completo	11
Referências incluídas na revisão	9

Tabela 1 – Resultados da pesquisa e seleção de artigos.

3.2. Características Demográficas

No que concerne aos anos de publicação, o artigo mais antigo foi publicado em 2016 (Belciug & Gorunescu, 2016) e os mais recentes em 2022 (i.e., três artigos (Gumustop et al., 2022; Arnaud et al., 2022; Li et al., 2022)). Uma percentagem significativa dos artigos (i.e., 56% dos artigos) foram publicados no período 2021-2022.

Referência	Título
(Belciug & Gorunescu, 2016)	A hybrid genetic algorithm-queuing multi-compartment model for optimizing inpatient bed occupancy and associated costs
(Graham, Bond, Quinn & Mulvenna, 2018)	Using data mining to predict hospital admissions from the emergency Department
(Jiang, Chin, & Tsui, 2018)	A universal deep learning approach for modelling the flow of patients under different severities
(Jilani et al., 2019)	Short and long term predictions of Hospital emergency department attendances
(Lorenzen et al., 2021)	Using machine learning for predicting intensive care unit resource use during the COVID-19 pandemic in Denmark
(Pak, Gannon & Staib, 2021)	Predicting waiting time to treatment for emergency department patients
(Arnaud, Elbattah, Ammirati, Dequen & Ghazali, 2022)	Use of artificial intelligence to manage patient flow in emergency department during the COVID-19 pandemic: a Prospective, single-centre study
(Gumustop et al., 2022)	Predicting health crises from early warning signs in patient medical records
(Li, Diouf & Gorkhali, 2022)	Managing outpatient flow via an artificial intelligence enabled solution

Tabela 2 – Artigos selecionados

Para caracterizar a distribuição geográfica dos artigos incluídos consideramos a afiliação do primeiro autor. De acordo com esta distribuição, o continente europeu é o mais representado com cinco estudos, distribuídos da seguinte forma: Reino Unido, dois estudos (Graham et al., 2018; Jilani et al., 2019), França (Arnaud et al., 2022), Dinamarca (Lorenzen et al., 2021), e Roménia (Belciug & Gorunescu, 2016), com um estudo cada. Adicionalmente, os Estados Unidos da América contribuíram com dois estudos (Gumustop et al., 2022; Li et al., 2022), e os dois restantes estudos foram

efetuados por investigadores da Austrália (Pak et al., 2021), e Hong Kong (Jiang et al., 2018).

3.3. Domínios de Aplicação

Relativamente aos domínios de aplicação, os estudos incluídos foram subdivididos nos seguintes domínios:

- Modelos preditivos para os serviços de urgência (Graham et al., 2018; Jiang et al., 2018; Jilani et al., 2019; Pak et al., 2021).
- Gestão COVID-19 (Gumustop et al., 2022; Lorenzen et al., 2021; Arnaud et al., 2022).
- Gestão de internamentos (Belciug & Gorunescu, 2016).
- Gestão de consultas externas (Li et al., 2022).

Modelos Preditivos para os Serviços de Urgência

Os estudos focados nos serviços de urgência (Graham et al., 2018; Jiang et al., 2018; Jilani et al., 2019; Pak et al., 2021) pretenderam desenvolver modelos preditivos, quer para otimizarem recursos hospitalares em momentos de sobrelotação, dois estudos (Graham et al., 2018; Jiang et al., 2018), quer para determinarem tempos de espera, dois estudos (Jilani et al., 2019; Pak et al., 2021).

Jiang et al. (2018) pretenderam prever variações do fluxo de pacientes em serviços de urgência para otimizar a prestação de cuidados. Para tal combinaram as técnicas Deep Neural Networks e Genetic Algorithm. Com base em algoritmos de simulação e dados retrospetivos referentes a 245 377 registos obtidos durante nove meses de funcionamento de um hospital de Hong Kong, os autores (Jiang et al., 2018) concluíram que a combinação das duas técnicas é precisa e robusta, e que é mais eficiente do que outras abordagens na identificação dos principais fatores que afetam o fluxo de pacientes. Por sua vez, Graham et al. (2018) também se focaram na avaliação do impacto de alterações na gestão dos serviços de urgência, nomeadamente em termos de otimização do fluxo de pacientes e redução dos custos associados. Para tal estabeleceram uma comparação entre diferentes técnicas (i.e., Decision Tree Gradient Boosted Machines e Logistic Regression,) auxiliadas por algoritmos de mineração de dados com o fim de fazerem uma previsão do risco de necessidade de admissão no serviço de urgência. Para a comparação entre as diferentes técnicas de inteligência artificial, os autores (Graham et al., 2018) utilizaram retrospetivamente 120 600 registos relativos ao ano de 2015 de dois hospitais da Irlanda do Norte para análises comparativas de algoritmos de previsão do risco de necessidade de admissão no serviço de urgência. Com base nos resultados concluíram que a Gradient Boosted Machines foi a técnica que apresentou melhor desempenho (Graham et al., 2018).

Pak et al. (2021) defenderam que algoritmos baseados em aprendizagem máquina, melhoram, significativamente, as previsões de tempo de espera, comparativamente às técnicas normalmente utilizadas para essas previsões nos serviços de urgência. Os autores (Pak et al., 2021) utilizaram dados retrospetivos referentes a dois anos de funcionamento do serviço de urgência de um hospital australiano (i.e., 122 716 eventos de urgência) para avaliar a eficiência dos modelos propostos na previsão do tempo

de espera dos pacientes com condições de baixa gravidade. Para além de algumas limitações, afirmam que as técnicas Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, Random Forest, Ridge, Ordinary Least Squares Regression, e Quantile Regression são viáveis e apresentam bons resultados pelo que podem ser adotadas para a previsão e otimização dos tempos de espera nos serviços de urgência. Por sua vez, Jilani et al. (2019) compararam um modelo de previsão Fuzzy Time Series com modelos baseados em Neural Networks, utilizando dados retrospetivos referentes ao funcionamento de quatro anos de quatro hospitais ingleses.

Gestão COVID-19

Três dos estudos incluídos (i.e., (Lorenzen et al., 2021; Arnaud et al., 2022; Gumustop et al., 2022)) estão relacionados com as preocupações resultantes da pandemia de COVID-19 e focaram-se no desenvolvimento de ferramentas que possam contribuir para a gestão de pandemias futuras.

De acordo com Arnaud et al. (2022), o que aconteceu a nível mundial durante a pandemia COVID-19 justifica uma maior aposta nas técnicas de inteligência artificial para maximizar a eficiência do fluxo de pacientes e minimizar o impacto na gestão dos serviços de urgência e de outros serviços hospitalares. Alegaram que a aposta em modelos baseados em técnicas de inteligência artificial para prever a probabilidade de admissões hospitalares de doentes, calcular o número de camas necessárias, efetuar triagens e classificá-las de acordo com o grau de gravidade, pode contribuir para minimizar internamentos, necessidades de cuidados intensivos e número de mortes. Os autores (Arnaud et al., 2022) propuseram o sistema Prediction of the Patient Pathway in the Emergency Department (3P-U) para disponibilização de ferramentas preditivas para o auxílio à decisão clínica. Para avaliar este sistema, nomeadamente em termos da sua eficiência na determinação em tempo real dos números máximo e o mínimo de camas de enfermaria necessárias, os autores (Arnaud et al., 2022) realizaram um estudo prospetivo com a duração de dois anos e envolvendo 136 139 pacientes de um hospital francês. Em função deste estudo concluíram que a aplicação de técnicas de inteligência artificial pode ajudar a melhorar consideravelmente a gestão de recursos hospitalares durante pandemias, como foi o caso da pandemia associada à COVID-19 (Arnaud et al., 2022). Por sua vez, Lorenzen et al. (2021) utilizaram a técnica Random Forest para processar dados de sistemas de gestão de informação clínica (i.e., Electronic Health Records) para, por um lado, identificar pacientes com COVID-19 em risco de necessitarem de ser admitidos em unidades de cuidados intensivos e, por outro, determinar o número previsível de dias de internamentos e do material necessário para esses internamentos. Os autores (Lorenzen et al., 2021) utilizaram dados retrospetivos de 42 526 pacientes com COVID-19 extraídos do Electronic Health Record nacional dinamarquês e determinaram a qualidade das previsões do número de dias necessários de terapia intensiva. Segundo os autores, o modelo mostrou ter maior precisão na previsão de períodos curtos de internamento, e os seus resultados estão muito dependentes das capacidades das unidades de cuidados intensivos e das condições de saúde dos pacientes (Lorenzen et al., 2021). De uma forma semelhante, Gumustop et al. (2022) utilizaram as técnicas Logistic Regression e eXtreme GradientBoosting para analisarem dados de gestão de sistemas de gestão de informação clínica com o objetivo de identificarem pacientes com COVID-19 em risco de necessitarem de oxigenoterapia de alto fluxo ou ventilação mecânica. Os

autores (Gumustop et al., 2022) utilizaram dados retrospetivos de 377 694 pacientes do serviço de urgência de um hospital universitário norte-americano durante um período de funcionamento de nove meses para demonstrar o potencial que métricas de saúde podem ter como alertas de eventuais crises de saúde pública.

Gestão de Internamentos

Um dos estudos incluídos (Belciug & Gorunescu, 2016) teve como objetivo a otimização da alocação das camas de enfermaria disponíveis para internamento hospitalar.

Belciug e Gorunescu (2016) focaram-se na gestão otimizada de camas e outros recursos de enfermaria para a redução dos custos associados. Para tal utilizaram a técnica Genetic Algorithm. De acordo com os autores (Belciug & Gorunescu, 2016), esta técnica, por ser flexível, permite a análise de cenários de diferente natureza (e.g., discreta ou contínua). Em termos de validação, os autores (Belciug & Gorunescu, 2016) utilizaram dados retrospetivos de ocupação de camas de enfermaria do serviço de medicina geriátrica de um hospital de Londres (i.e., dados correspondentes a mais do que 7 000 pacientes com uma média de idades de 81 anos) para avaliar a eficiência da gestão otimizada do número de vagas para manter num nível tolerável o número de solicitações rejeitadas.

Gestão de Consultas Externas

Um estudo (Li et al., 2022) focou-se na gestão de consultas externas.

Li et al. (2022) consideraram especificamente o fluxo de pacientes que procuram aceder a consultas externas sem passarem por um sistema de agendamento para determinar se técnicas de inteligência artificial poderiam ser uma solução para a análise e gestão desse fluxo por forma a reduzir os tempos de espera associados. Para tal propuseram um modelo designado por Shortest-Consultation Time que, segundo os autores (Li et al., 2022), pode ser aplicado a diferentes hospitais sem sistema de agendamento, para aumentar a satisfação dos pacientes. Em termos de validação, os autores (Li et al., 2022) utilizaram técnicas de simulação com base em dados de consultas externas de um período de seis meses (i.e., mais do que 300 000 pacientes) armazenados num Electronic Health Record de um hospital público de uma cidade costeira da China para avaliar o impacto de técnicas de inteligência artificial na redução de congestionamentos. No entanto, os autores não referiram as técnicas de inteligência artificial utilizadas.

3.4. Técnicas de Inteligência Artificial

A Tabela 3 apresenta o conjunto diversificado de técnicas de inteligência artificial utilizadas pelos nove estudos incluídos.

Técnicas	Artigos
Decision Tree	(Graham et al., 2018)
Deep Neural Network	(Jiang et al., 2018)
eXtreme Gradient Boosting	(Gumustop et al., 2022)
Genetic Algorithm	(Belciug & Gorunescu, 2016; Jiang et al., 2018)
Gradient Boosting Machine	(Graham et al., 2018)
Least Absolute Shrinkage and Selection Operator	(Pak et al., 2021)

Técnicas	Artigos
Logistic Regression	(Graham et al., 2018; Gumustop et al., 2022)
Multilayer perceptron	(Arnaud et al., 2022)
Neural Networks	(Jilani et al., 2019)
Ordinary Least Squares Regression	(Pak et al., 2021)
Quartile Regression	(Pak et al., 2021)
Random Forest	(Lorenzen et al., 2021; Pak et al., 2021)
Ridge	(Pak et al., 2021)

Tabela 3 – Técnicas de inteligência artificial utilizadas.

3.5. Métodos de Validação Utilizados

A Tabela 4 caracteriza os diferentes estudos em termos de validação das soluções propostas. Em oito dos estudos a validação teve um carácter retrospetivo. Dentro destes oito estudos, dois utilizaram técnicas de simulação, enquanto os restantes avaliaram os modelos propostos com dados reais. Finalmente, um único estudo (Arnaud et al., 2022) teve uma validação de carácter prospetivo.

4. Discussão

O reduzido número de estudos incluídos parece indicar que a utilização de inteligência artificial na gestão do fluxo de pacientes nas unidades hospitalares é um tópico de investigação que ainda não atraiu um número elevado de investigadores. Por outro lado, é previsível que o seu interesse venha a crescer no futuro, como demonstra o facto de cinco dos nove estudos incluídos terem sido publicados no período 2021-2022.

Métodos	Artigos	Objetivos	Dados utilizados
Técnicas de simulação	(Jiang et al., 2018)	Determinar a precisão do modelo preditivo proposto.	245 377 registos obtidos durante nove meses de um hospital de Hong Kong.
Técnicas de simulação	(Li et al., 2022)	Avaliar o impacto de técnicas de inteligência artificial na redução de congestionamentos das consultas externas.	Registos de consultas externas referentes a um período de seis meses (i.e., mais do que 300 000 pacientes) armazenados num Electronic Health Record de um hospital público de uma cidade costeira da China.
Estudo retrospetivo	(Belciug & Gorunescu, 2016)	Avaliar a eficiência da gestão otimizada do número de camas de enfermaria disponíveis para manter num nível tolerável o número de solicitações rejeitadas.	Dados retrospetivos de ocupação de camas de enfermaria do serviço de medicina geriátrica de um hospital de Londres (i.e., dados correspondentes a mais do que 7 000 pacientes com uma média de idades de 81 anos).

Métodos	Artigos	Objetivos	Dados utilizados
Estudo retrospetivo	(Graham et al., 2018)	Analisar algoritmos de previsão do risco da necessidade de admissão no serviço de urgência.	120 600 registos relativos ao ano de 2015 de dois hospitais da Irlanda do Norte.
Estudo retrospetivo	(Jilani et al., 2019)	Determinar a precisão do modelo preditivo proposto.	Dados retrospetivos referentes ao funcionamento de quatro anos de quatro hospitais ingleses.
Estudo retrospetivo	(Gumustop et al., 2022)	Demonstrar o potencial que métricas de saúde podem ter como alertas de eventuais crises de saúde.	Dados retrospetivos de 377 694 pacientes do serviço de urgência de um hospital universitário norte-americano durante um período de nove meses.
Estudo retrospetivo	(Lorenzen et al., 2021)	Determinar a precisão dos modelos preditivos propostos.	Dados retrospetivos de 42 526 pacientes positivos para o COVID-19 extraídos do Electronic Health Record nacional dinamarquês.
Estudo retrospetivo	(Pak et al., 2021)	Determinar a precisão dos modelos preditivos propostos.	Dados retrospetivos referentes a dois anos de funcionamento do serviço de urgência de um hospital australiano (i.e., 122 716 eventos de urgência).
Estudo prospetivo	(Arnaud et al., 2022)	Determinar em tempo real os números máximo e o mínimo de camas de enfermaria necessárias.	Estudo prospetivo com a duração de dois anos num hospital francês, envolvendo 136 139 pacientes que utilizaram o serviço de urgência.

Tabela 4 – Validação das soluções propostas.

Em termos de domínios de aplicação, a análise dos artigos incluídos na revisão permitiu identificar quatro domínios diferentes: modelos preditivos para serviços de urgência, gestão COVID-19, gestão de internamentos e gestão de consultas externas.

O desenvolvimento de modelos preditivos para serviços de urgência, quer para a otimização dos recursos existentes em momentos de sobrelotação, quer para a determinação de tempos de espera, revelou-se o domínio de aplicação mais relevante, com quatro estudos. Tal pode ser justificado pela preocupação global relativa à sobrelotação dos serviços de urgência (Dharshi, 2006; Bernstein & D'Onofrio, 2009; Eitel et al., 2010; Oredsson et al., 2011; Moskop et al., 2019; Kelen et al., 2021). Por sua vez, a gestão COVID-19 foi o segundo domínio de aplicação mais relevante, com três estudos. Tal resulta, naturalmente, dos problemas vivenciados durante o período inicial da pandemia COVID-19, nomeadamente o pouco conhecimento científico na altura existente sobre a doença ou a notória falta de recursos humanos e materiais. Finalmente, dois dos estudos focaram a otimização do número de camas disponíveis para internamento hospitalar e a redução dos tempos de espera associados às consultas externas hospitalares.

Estes domínios de aplicação são coerentes com alguns dos previstos por Dawoodbhoy et al. (2021), em resultado de entrevistas efetuadas a clínicos e a especialistas de inteligência artificial, nomeadamente previsão de tempos de espera, planeamento da oferta e procura, planeamento de altas e estratificação de risco.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, nos estudos incluídos foram utilizadas 13 técnicas de inteligência artificial diferentes. Destas, apenas três (i.e., Genetic Alghorithm, Logistic Regression e Random Forest) foram utilizadas em mais do que um estudo. Por outro lado, três dos estudos aplicaram mais do que uma técnica: Graham et al. (2018) estabeleceram uma comparação entre as técnicas Decision Tree e Gradient Boosted Machines e Logistic Regression para a previsão do risco de necessidade de admissão ao serviço de urgência; Pak et al. (2021) estudaram a viabilidade de modelos de previsão de tempos de espera nos serviços de urgência baseados nas técnicas Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, Random Forest, Ridge, Ordinary Least Squares Regression, e Quantile Regression; e, finalmente, Jiang et al. (2018) utilizaram uma combinação de duas técnicas (i.e., Deep Neural Network e Genetic Algorithm) para prever variações do fluxo de pacientes em serviços de urgência. Estranhamente, um dos artigos (i.e., (Li et al., 2022)) não reporta a técnica utilizada.

Assim, constata-se a falta de concordância dos diferentes estudos relativamente a técnicas de inteligência artificial exploradas. Tendo como exemplo as abordagens realizadas nos serviços de urgência para objetivos semelhantes, foram utilizadas diferentes técnicas, não sendo possível, através dos resultados, estabelecer análises comparativas entre elas. Independentemente do domínio hospitalar ou da finalidade do estudo, a utilização de uma vasta gama de técnicas de inteligência artificial parece indicar uma natureza exploratória dos estudos analisados.

A validação dos resultados de estudos científicos desempenha um papel crucial para que possam ser considerados de uma forma confiável em diferentes contextos. No caso concreto do tópico em estudo, as validações dos modelos propostos foram realizadas com dados reais.

Os resultados de validação reportados pelos artigos incluídos indicam que a aplicação de técnicas de inteligência artificial na gestão de recursos hospitalares melhora a gestão do fluxo de pacientes. Assim, é possível concluir, em resposta à questão de investigação formulada (i.e., qual o impacto da aplicação de técnicas de inteligência artificial na gestão de recursos hospitalares para otimizar o fluxo de pacientes?) que a implementação de técnicas de inteligência artificial tem um impacto positivo na gestão do fluxo de pacientes em ambiente hospitalar.

No entanto, apenas um dos estudos considerou um método prospetivo para a validação da solução proposta, tendo os restantes oito estudos aplicado métodos retrospetivos. Métodos retrospetivos permitem validar os algoritmos implementados, mas não são suficientes para garantirem a translação para a prática clínica. Na verdade, apesar dos resultados apontarem para a eficiência dos modelos desenvolvidos, a sua translação para a prática clínica quotidiana pode revelar-se substancialmente menos eficiente (Jilani et al., 2019) e exigirem processos de transição demorados com grande impacto económico (Dawoodbhoy et al., 2021) e que garantam a envolvência e a colaboração de diferentes intervenientes, bem como, a satisfação de questões éticas, nomeadamente a transparência dos algoritmos utilizados e a privacidade dos pacientes.

Os resultados desta revisão devem ter em conta algumas limitações, nomeadamente as bases de dados selecionadas e expressões de pesquisa formuladas que poderão ter

excluído artigos potencialmente relevantes de pesquisa ou a aplicação dos critérios de elegibilidade durante o processo de seleção dos artigos a incluir na revisão.

5. Conclusão

Esta revisão procurou reunir de uma forma sistemática e analisar criticamente a literatura científica existente sobre a aplicação da inteligência artificial na gestão do fluxo de pacientes em ambiente hospitalar.

Nove estudos foram incluídos na revisão. Os resultados das análises e sínteses efetuadas indicam que a aplicação de técnicas de inteligência artificial na gestão do fluxo de pacientes em ambiente hospitalar apresenta um enorme potencial. No entanto, são necessários estudos adicionais que possibilitem a efetiva translação para a prática clínica de soluções baseadas em técnicas de inteligência artificial que permitam otimizar a gestão do fluxo de pacientes em ambiente hospitalar.

Agradecimentos

Esta revisão foi realizada no âmbito da unidade curricular Gestão de Informação Clínica do Mestrado em Bioinformática Clínica da Universidade de Aveiro.

Referências

Åhlin, P., Almström, P., & Wänström, C. (2022). When patients get stuck: a systematic literature review on throughput barriers in hospital-wide patient processes. *Health Policy*, 126(2), 87-98.

Arnaud, E., Elbattah, M., Ammirati, C., Dequen, G., & Ghazali, D.A. (2022). Use of artificial intelligence to manage patient flow in emergency department during the Covid-19 pandemic: a prospective, single-center study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9667.

Beck, M.J., Okerblom, D., Kumar, A., Bandyopadhyay, S., & Scalzi, L.V. (2016). Lean intervention improves patient discharge times, improves emergency department throughput and reduces congestion. *Hospital Practice*, 44(5), 252-259.

Belciug, S., & Gorunescu, F. (2016). A hybrid genetic algorithm-queuing multi-compartment model for optimizing inpatient bed occupancy and associated costs. *Artificial intelligence in medicine*, 68, 59-69.

Bernstein, S.L., & D'Onofrio, G. (2009). Public health in the emergency department: Academic Emergency Medicine consensus conference executive summary. *Academic Emergency Medicine*, 16(11), 1037-1039.

Chow, V.S., Puterman, M.L., Salehirad, N., Huang, W., & Atkins, D. (2011). Reducing surgical ward congestion through improved surgical scheduling and uncapacitated simulation. *Production and Operations Management*, 20(3), 418-430.

Dawoodbhoy, F.M., Delaney, J., Cecula, P., Yu, J., Peacock, I., Tan, J., & Cox, B. (2021). AI in patient flow: applications of artificial intelligence to improve patient flow in NHS acute mental health inpatient units. *Heliyon*, 7(5), e06993.

De Freitas, L., Goodacre, S., O'Hara, R., Thokala, P., & Hariharan, S. (2018). Interventions to improve patient flow in emergency departments: an umbrella review. *Emergency Medicine Journal*, 35(10), 626-637.

Dharshi, A. (2006). The future of emergency care in the United States health system: a report from the Institute of Medicine. *Journal of pediatric surgery*, 41(11), 1793-1798.

Eitel, D.R., Rudkin, S.E., Malvehy, M.A., Killeen, J.P., & Pines, J.M. (2010). Improving service quality by understanding emergency department flow: a White Paper and position statement prepared for the American Academy of Emergency Medicine. *The Journal of emergency medicine*, 38(1), 70-79.

Eurostat. (2015). *People in the EU: Who we are and how we live?* European Commission.

Fan, X., Tang, J., & Yan, C. (2020). Appointment scheduling optimization with two stages diagnosis for clinic outpatient. *Computational Statistics*, 35, 469-490.

Graham, B., Bond, R., Quinn, M., & Mulvenna, M. (2018). Using data mining to predict hospital admissions from the emergency department. *IEEE Access*, 6, 10458-10469.

Grönbäck, A.M. (2023). *Simulating the Emergency Department to investigate the impact on patient flow by changing scheduling and layout*. Linkoping University.

Gumustop, S., Gallo-Bernal, S., McPeake, F., Briggs, D., Gee, M.S., & Pianykh, O.S. (2022). Predicting health crises from early warning signs in patient medical records. *Scientific Reports*, 12(1), 19267.

Jiang, S., Chin, K.S., & Tsui, K.L. (2018). A universal deep learning approach for modeling the flow of patients under different severities. *Computer methods and programs in biomedicine*, 154, 191-203.

Jilani, T., Housley, G., Figueredo, G., Tang, P.S., Hatton, J., & Shaw, D. (2019). Short and Long term predictions of Hospital emergency department attendances. *International journal of medical informatics*, 129, 167-174.

Khan, A.I., Khan, M., & Khan, R. (2023). Artificial Intelligence in Point-of-Care Testing. *Annals of Laboratory Medicine*, 43(5), 401-407.

Kelen, G.D., Wolfe, R., D'Onofrio, G., Mills, A.M., Diercks, D., Stern, S.A., ... & Sokolove, P.E. (2021). Emergency department crowding: the canary in the health care system. *NEJM Catalyst Innovations in Care Delivery*, 2(5), 1-26.

Lambert, S.I., Madi, M., Sopka, S., Lenes, A., Stange, H., Buszello, C.P., & Stephan, A. (2023). An integrative review on the acceptance of artificial intelligence among healthcare professionals in hospitals. *NPJ Digital Medicine*, 6(1), 111.

Li, L., Diouf, F., & Gorkhali, A. (2022). Managing outpatient flow via an artificial intelligence enabled solution. *Systems Research and Behavioral Science*, 39(3), 415-427.

Li, Y., Liang, S., Zhu, B., Liu, X., Li, J., Chen, D., ... & Bressington, D. (2023). Feasibility and effectiveness of artificial intelligence-driven conversational agents in healthcare interventions: A systematic review of randomized controlled trials. *International Journal of Nursing Studies*, 143, 104494.

Lorenzen, S.S., Nielsen, M., Jimenez-Solem, E., Petersen, T.S., Perner, A., Thorsen-Meyer, H.C., ... & Sillesen, M. (2021). Using machine learning for predicting intensive care unit resource use during the COVID-19 pandemic in Denmark. *Scientific reports*, 11(1), 18959.

Moskop, J.C., Geiderman, J.M., Marshall, K.D., McGreevy, J., Derse, A.R., Bookman, K., ... & Iserson, K.V. (2019). Another look at the persistent moral problem of emergency department crowding. *Annals of emergency medicine*, 74(3), 357-364.

Oredsson, S., Jonsson, H., Rognes, J., Lind, L., Göransson, K.E., Ehrenberg, A., ... & Farrohknia, N. (2011). A systematic review of triage-related interventions to improve patient flow in emergency departments. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 19(1), 1-9.

Pak, A., Gannon, B., & Staib, A. (2021). Predicting waiting time to treatment for emergency department patients. *International Journal of Medical Informatics*, 145, 104303.

Sánchez, M., Suárez, M., Asenjo, M., & Bragulat, E. (2018). Improvement of emergency department patient flow using lean thinking. *International Journal for Quality in Health Care*, 30(4), 250-256.

Sauerbrei, A., Kerasidou, A., Lucivero, F., & Hallowell, N. (2023). The impact of artificial intelligence on the person-centred, doctor-patient relationship: some problems and solutions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1), 1-14.

Steele, J.R., Clarke, R.K., Terrell, J.A., & Brightmon, T.R. (2014). Improving patient access to an interventional US clinic. *Radiographics*, 34(1), E18-E23.

Tlapa, D., Zepeda-Lugo, C.A., Tortorella, G.L., Baez-Lopez, Y.A., Limon-Romero, J., Alvarado-Iniesta, A., & Rodriguez-Borbon, M.I. (2020). Effects of lean healthcare on patient flow: a systematic review. *Value in Health*, 23(2), 260-273.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/09/2023
Aceitação/Acceptance: 26/11/2023

Avaliação da Usabilidade e Adequação de uma Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico para Pessoas Idosas

Frederico Baptista[1], Bárbara Lyrio Ursine[1], Ana Isabel Martins[2], Rosa Andias[2], Anabela G. Silva[2], Nelson Pacheco Rocha[1]

fredericobaptista@ua.pt; barbaraursine@yahoo.com.br; anaisabelmartins@ua.pt; rosaandias@ua.pt; asilva@ua.pt, npr@ua.pt

[1] IEETA, DCM, Universidade de Aveiro, Campo de Santiago, 3810 Aveiro, Portugal

[2] CINTESIS.UA@RISE, ESSUA, Universidade de Aveiro Campo de Santiago, 3810 Aveiro, Portugal

Pages: 344-358

Resumo: O presente estudo teve como objetivo a utilização de uma abordagem múltiplo método para avaliar uma Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico, em termos de: (i) usabilidade da sua interface de interação para os participantes; e (ii) grau da sua adequação para o apoio à realização remota de programas de exercício físico previamente prescritos. No estudo foram incluídos 22 participantes de um centro de dia de Coimbra, Portugal, com uma média de idades de 73.6 ± 10.9 anos, e foram utilizados os seguintes instrumentos de avaliação: (i) *ICF based Usability Scale*; (ii) *System Usability Scale*; (iii) uma grelha de avaliação de desempenho; (iv) uma folha de registo de incidentes críticos; e (v) uma entrevista semiestruturada. Apesar de algumas correções que é preciso implementar para melhorar detalhes da interface de interação e a fiabilidade da aplicação, os resultados apontam para uma boa usabilidade da interface analisada e um grau elevado de adequação da aplicação avaliada, tendo os participantes demonstrado uma clara satisfação com a sua utilização.

Palavras-chave: Pessoas idosas, Aplicação Web, Exercício Físico.

Evaluation of the Usability and Adequacy of a Web Application for Physical Exercise Prescription for Older Adults

Abstract: The present study aimed to use a multiple method approach to evaluate a Web-based Application for Physical Exercise Prescription, in terms of: (i) usability of its interaction interface for the participants; and (ii) degree of its adequacy to support the remote realization of prescribed physical exercise programs. The study included 22 participants from a day care center in Coimbra, Portugal, with an average age of 73.6 ± 10.9 years, and the following assessment instruments were used: (i) ICF based Usability Scale; (ii) System Usability Scale; (iii) performance evaluation grid; (iv) critical incident record; and (v) semi-structured interview. Despite a few corrections that need to be implemented to improve the interaction interface and the application's reliability, the results point to a good usability of the

analyzed interface and a high degree of adequacy of the evaluated application, with the participants demonstrating a clear satisfaction with its use.

Keywords: Older Adults, Web-based Application, Physical Exercise.

1. Introdução

Alterações biológicas, transição de papéis e mudanças nas posições sociais são algumas das consequências do processo de envelhecimento (World Health Organization, 2016). Relativamente às alterações biológicas, sabe-se que ao aumento da idade estão associadas alterações do tecido muscular e neural, o que compromete a força muscular, a mobilidade e a destreza na execução de movimentos rápidos (Evans & Lexell, 1995). Tais perdas potenciam quedas, um dos principais problemas entre as pessoas idosas, que estão associadas a riscos elevados de limitações funcionais, incapacidades, dores crónicas e até morte (Kannus, Sievänen, Palvanen, Järvinen & Parkkari, 2005). Cerca de 30% das pessoas com 65 anos ou mais que vivem na comunidade e mais de 50% das que vivem em estruturas residenciais para pessoas idosas sofrem quedas todos os anos, e cerca de metade dos que sofrem uma primeira queda voltam a cair (Kannus et al., 2005).

A atividade física, definida como qualquer forma de movimento músculo-esquelético que resulta num aumento da energia despendida (World Health Organization, 2019), tem benefícios significativos para as condições de saúde, incluindo a diminuição do risco de quedas (Sherrington et al., 2020). Consequentemente, várias organizações estabeleceram recomendações de exercício físico para pessoas idosas fortalecerem os músculos, aumentarem a resistência e flexibilidade, e melhorarem o equilíbrio, visando a prevenção de quedas e a promoção de uma vida saudável (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2018; Bull et al., 2020).

Estratégias de prevenção e intervenção direcionadas à atividade física, nomeadamente à realização de programas de exercício físico, são extremamente relevantes, mas a sua implementação e avaliação são tarefas complexas e requerem recursos humanos e financeiros consideráveis. O controlo remoto proporcionado pelas tecnologias de informação, nomeadamente aplicações baseadas na web, tecnologias móveis, ou ambientes assistidos podem suportar soluções digitais para reduzir custos e, ao mesmo tempo, promover uma maior disseminação e universalização destas estratégias (Chaudhry, Dasgupta & Chawla, 2022). Neste contexto, é possível encontrar diversos estudos focados na utilização das tecnologias de informação para a promoção da atividade física entre as pessoas idosas (e.g., recomendações automatizadas, aconselhamento remoto, redes de suporte, ou recursos on-line, tais como demonstrações em vídeo) (Alessy et al., 2023; de Maio Nascimento et al., 2023).

No entanto, tais soluções são, geralmente, genéricas, e não disponibilizam mecanismos para a personalização de programas de exercício físico, nomeadamente através de prescrições que tenham em conta as condições de saúde específicas de cada indivíduo. Para ultrapassar tais limitações, no âmbito do projeto Ambientes Construídos para uma Vida Ativa, Segura e Saudável (ACTIVAS) foi desenvolvida uma intervenção remota de promoção de exercício físico para pessoas idosas, suportada numa Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico. O presente estudo teve como objetivo a utilização de uma abordagem múltiplo método para avaliar a referida aplicação, em termos de:

(i) usabilidade da sua interface de interação para os participantes; e (ii) grau da sua adequação para o apoio à realização remota de programas de exercício físico previamente prescritos.

2. Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico

A aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico (Baptista et al., 2022; Baptista et al., 2023) pretende suportar a prescrição e acompanhamento remoto de programas de exercício físico para pessoas idosas, permitindo a um prestador (e.g., um fisioterapeuta) a realização de avaliações funcionais e prescrições personalizadas de exercício físico, bem como a supervisão da realização dessas mesmas prescrições. Por outro lado, a aplicação também suporta a interação dos participantes para a realização dos exercícios que lhe foram prescritos, de uma forma autónoma ou acompanhados por um cuidador informal, nomeadamente em termos de planificação e acesso a instruções e orientações. Assim, a plataforma web desenvolvida é composta por dois subsistemas: (i) a consola de prescrição que permite a estruturação e prescrição de programas personalizados de exercício físico; e (ii) a aplicação cliente que permite aos diversos participantes o acesso remoto a planos, instruções e orientações para a realização programas de exercício previamente prescritos.

2.1. Programa de Exercício Físico

Um programa de exercício físico é composto por um número variável de exercícios estruturados de acordo com uma duração e frequência (i.e., o número de sessões por semana), bem como a intensidade, o tipo, o volume e a progressão dos exercícios (Caspersen, Powell & Christenson, 1985; Mattle et al., 2022).

A duração e a frequência do programa determinam o número total de sessões de exercícios. Por sua vez, cada sessão é composta por séries de exercícios, podendo existir um período de descanso entre duas séries consecutivas. Adicionalmente, existem diferentes tipos ou modalidades de exercício físico (Page, Hoogenboom & Voight, 2017): (i) mobilidade; (ii) resistência; (iii) equilíbrio; (iv) flexibilidade; e (v) aeróbica.

Independentemente da respetiva modalidade, cada exercício poderá ser repetido e ter progressões de acordo com o desempenho de cada participante. As progressões podem ser operacionalizadas através da definição de diversos parâmetros como, por exemplo, velocidade, carga, tipo de contração (e.g., isotónica ou isométrica), tipo de resistência (e.g., peso corporal ou resistência externa), base de suporte (e.g., posição dos pés) ou uma combinação destas opções, considerando as especificidades das diferentes modalidades de exercício e as características dos indivíduos.

No entanto, a existência de múltiplos parâmetros para caracterizar cada exercício físico torna o processo de prescrição difícil, demorado e sujeito a erros. Para superar esta dificuldade, o modelo de informação proposto para a definição de cada exercício físico prevê níveis de dificuldade, o que abstrai os parâmetros de configuração. Por exemplo: velocidade da marcha, peso adicional utilizado, ou inclinação da superfície podem servir para distinguir os níveis de dificuldade de um exercício aeróbico (e.g., caminhar); o tipo de contração muscular, a carga utilizada e o posicionamento do corpo podem ser parâmetros de progressão dos exercícios de resistência (e.g., fortalecimento dos

abdutores do quadril); e a base de suporte e a utilização de superfícies instáveis podem ser elementos de dificuldade a serem utilizados nos exercícios de equilíbrio (e.g., elevação dos calcanhares). Por fim, para cada nível de dificuldade de cada exercício, têm de ser elaboradas instruções tanto para o prestador de cuidados quanto para o participante, as quais contêm informações textuais, gráficas e em vídeo.

As instruções para o prestador de cuidados incluem os nomes das articulações (no caso de exercícios envolvendo mais de uma articulação), a posição inicial, os parâmetros de progressão utilizados e a descrição dos movimentos envolvidos. Por sua vez, as instruções para o participante incluem o equipamento necessário para a realização do exercício (e.g., peso adicional), instruções de segurança (e.g., 'coloque a cadeira contra a parede para não se mover' ou 'apoiar os dois pés no chão à largura dos ombros, tronco reto e olhar para a frente') e instruções específicas para a realização do exercício (e.g., posição inicial, nomeadamente o alinhamento dos membros superiores ou inferiores e o tipo de apoio a utilizar ou orientações quanto aos movimentos a executar).

2.2. Interação do Participante

A interação do participante é dividida em três componentes principais:

- Preparação da sessão de exercícios – a aplicação determina se existe uma prescrição contendo pelo menos uma sessão de exercícios não realizada. Se não existe uma sessão, o participante é informado de que não existem exercícios disponíveis. Caso contrário, a aplicação exibe um ecrã introdutório com informações sobre o próximo exercício a ser realizado.
- Realização da sessão de exercícios – enquanto houver uma sessão com exercícios a realizar e o participante desejar continuar, a aplicação repetirá as seguintes ações: (i) determina o próximo exercício e apresenta a respetiva instrução; (ii) após a indicação de que o participante deseja iniciar, apresenta o vídeo com as instruções do exercício e o número de repetições pré-especificado; (iii) aguarda a indicação de que o participante concluiu o exercício; e (iv) se houver indicação de período de descanso após a conclusão do exercício, transmite essa indicação ao participante.
- Encerramento da sessão de exercícios – quando não houver mais exercícios a serem realizados ou o participante não desejar continuar é coletada a perceção do esforço do participante através da Escala de Perceção de Esforço de Borg (Cabral et al., 2020), de modo a permitir ao fisioterapeuta a monitorização da intensidade do exercício realizado.

A Figura 1 apresenta, a título de exemplo, a interface do participante durante a realização de um exercício.

3. Métodos

A Aplicação de Prescrição de Exercício Físico foi desenvolvida de acordo com o preconizado pelo modelo de referência proposto pelo Medical Research Council (MRC) para desenvolver e avaliar intervenções complexas (Craig et al., 2008), sendo intervenções complexas definidas como intervenções com mais de um componente (e.g., o que prestadores de cuidados e utentes têm de fazer).

O modelo de referência MRC (Craig et al., 2008) tem quatro fases sem qualquer ordem linear ou cíclica: (i) desenvolvimento; (ii) viabilidade; (iii) eficácia; e (iv) implementação (i.e., replicação da intervenção de forma confiável em ambientes não controlados). Por sua vez, a fase de desenvolvimento compreende três etapas (i.e., identificar a evidência existente, definir a teoria de desenvolvimento, e modelar a intervenção).

Alguns dos resultados da fase de desenvolvimento da Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico, nomeadamente os relativos às duas primeiras etapas (i.e., identificar a evidência existente e definir a teoria de desenvolvimento) já foram anteriormente publicados (Baptista et al., 2022; Baptista et al., 2023). Uma vez que a modelação da intervenção pode incluir estudos que permitam refinar progressivamente elementos ou componentes da intervenção, antes de se iniciar uma avaliação em grande escala (Craig et al., 2008), este artigo reporta um estudo inserido na última etapa da fase de desenvolvimento (i.e., modelar a intervenção) para aferir (i) a usabilidade da interface de interação disponibilizada aos participantes e (ii) o grau de adequação da Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico para a realização de programas de exercício físico previamente prescritos. Tal possibilita a identificação de possíveis limitações que devem ser superadas antes da realização de estudos de viabilidade e de eficácia, as fases seguintes previstas pelo modelo de referência MRC.



Figura 1 – Exemplo da interface do participante durante a realização de um exercício

Para a condução deste estudo foi definido um protocolo de investigação contemplando (i) a seleção dos participantes, (ii) a caracterização dos participantes, (iii) a sequência de exercícios disponibilizados, (iv) os instrumentos de avaliação de usabilidade, (v) os instrumentos de avaliação do grau de adequação da Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico, (vi) os procedimentos das sessões de avaliação, e (vii) as questões éticas.

3.1. Seleção dos Participantes

A amostra foi constituída por um grupo de pessoas idosas que frequentam um centro de dia de Coimbra, Portugal, tendo sido utilizada uma amostragem aleatória. Seguindo as recomendações de tamanhos de amostra (Julious, 2005), foi planeada uma amostra entre 20 e 30 participantes.

Os critérios de inclusão considerados foram: (i) ter 60 anos ou mais de idade e (ii) ser autónomo e independente. Por sua vez, os critérios de exclusão foram: (i) limitação motora, visual ou de linguagem impeditiva de utilizar o computador ou de realizar um programa de exercício físico; e (ii) presença de quadros clínicos relacionados com patologia cardiovascular atual ou anterior (e.g., patologia cardíaca ou acidente vascular cerebral), patologia renal, diabetes não controlado e fratura ou cirurgia nos últimos três meses. Refira-se que nos critérios de exclusão não se considerou a literacia informática, uma vez que participantes sem literacia informática poderão realizar um programa de exercício físico com a assistência de um cuidador informal como, por exemplo, um familiar.

A verificação dos critérios de inclusão e exclusão foi realizada através de um formulário de pré-participação contendo os critérios de inclusão e exclusão e do Questionário de Triagem de Saúde para Profissionais de Exercício (Magal & Riebe, 2016).

3.2. Caracterização dos Participantes

Para a caracterização dos participantes utilizou-se um questionário sociodemográfico e dois instrumentos clínicos: (i) o *Trail Making Test* (TMT); e (ii) o Teste de Velocidade da Marcha.

O questionário sociodemográfico visou recolher os seguintes dados dos participantes: sexo, idade, escolaridade e estado civil.

O TMT (versão original de Partington em 1938 (Allen & Haderlie, 2010)) é composto por duas partes. O TMT-A avalia a capacidade visuoespacial e o TMT-B avalia a capacidade cognitiva e serve de índice da função executiva que está relacionada com a capacidade de realizar atividades independentes de vida diária.

Para a realização do Teste da Velocidade da Marcha, os participantes devem andar quatro metros em linha reta ao seu ritmo normal. Se os participantes no seu dia-a-dia andarem com uma tecnologia de apoio à marcha, então essa tecnologia pode ser utilizada na realização do teste. O tempo necessário para a deslocação é medido em segundos e a pontuação do teste resulta do cálculo da velocidade da marcha em metros por segundo.

Na condução do estudo considerou-se que os participantes poderiam interagir com a Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico de uma forma autónoma ou com assistência de um membro da equipa de avaliação. Assim, os participantes foram distribuídos por dois grupos: (i) grupo proficiente; e (ii) grupo não proficiente. O grupo proficiente foi constituído pelos participantes capazes de interagirem com a aplicação de uma forma autónoma, enquanto o grupo não proficiente foi constituído pelos que necessitaram de assistência para interagirem com a aplicação. A distribuição de cada participante pelos dois grupos foi feita verificando se o participante era ou não capaz de interagir com aplicações informáticas utilizando o rato ou o *touch screen* como dispositivo apontador.

3.3. A Sequência de Exercícios Disponibilizados

Os exercícios a serem realizados pelos participantes foram selecionados de modo a contemplar pelo menos quatro modalidades diferentes de exercício, tendo sido estabelecida a seguinte sequência com as respetivas instruções de execução:

- Mobilidade – Tibiotársica esquerda. Na posição sentada estique o joelho esquerdo. Nesta posição, movimente a ponta do pé para baixo e para cima o máximo que conseguir. Repetir três vezes.
- Mobilidade – Cabeça e cervical. Na posição sentada, com os braços relaxados ao lado do corpo, rode a cabeça para a direita e depois para a esquerda, mantendo os ombros parados. Repetir três vezes para cada lado.
- Força muscular – Abdução da anca direita. De pé, apoie-se numa superfície estável como, por exemplo, uma cadeira. Nesta posição, mantenha a perna esquerda apoiada no chão e afaste a outra perna, levantando-a para o lado até ao máximo que conseguir e regresse à posição inicial. Repetir oito vezes.
- Força muscular – Levantar um peso. Na posição sentada dobre os cotovelos para levantar o peso. Repetir oito vezes, alternando os braços.
- Equilíbrio – Elevação dos calcanhares. De pé, olhe para um ponto fixo. Apoie-se numa superfície estável como, por exemplo, uma cadeira e coloque os pés à largura dos ombros. Nesta posição, levante os calcanhares do chão, transferindo o peso do corpo para a ponta dos pés. Repetir oito vezes.
- Flexibilidade – Alongamento dos músculos do tronco. Na posição sentada, levante o braço direito por cima da cabeça até sentir um alongamento suave na região lateral do tronco enquanto o inclina para o lado oposto. Mantenha-se nesta posição, enquanto conta até 15. Repetir duas vezes.

Em termos de instruções para as sessões de avaliação consideraram-se dois tipos de vídeos: (i) vídeos reais (i.e., filmados com a participação de um voluntário); e (ii) vídeos virtuais (i.e., baseados num avatar).

3.4. Instrumentos de Avaliação de Usabilidade

Para a avaliação da usabilidade da interface de interação dos participantes utilizou-se (i) a *ICF based Usability Scale* (ICF-US) (Martins, Queirós, Silva & Rocha, 2016), (ii) uma grelha de avaliação de desempenho e (iii) uma folha de registo de incidentes críticos.

A ICF-US é constituída por duas subescalas: (i) a ICF-US I; e (ii) a ICF-US II. A ICF-US I avalia de forma abrangente a usabilidade de uma aplicação e permite identificar os participantes para os quais essa aplicação é considerada uma barreira (i.e., os que têm dificuldades na utilização da aplicação) ou um facilitador (i.e., os que não têm dificuldades significativas na utilização da aplicação). A pontuação de cada item da subescala ICF-US I varia entre -3.0 (i.e., pequena, média e grande barreira) e 3.0 (i.e., pequeno, médio e grande facilitador). Para obter a pontuação final da ICF-US I somam-se as pontuações de todos os itens. Valores acima de 10.0 pontos indicam uma boa usabilidade (i.e., facilitador) e valores abaixo de 10.0 indicam necessidades de melhoria (i.e., barreira). No presente estudo a ICF-US I foi utilizada para a avaliação reportada por um avaliador por ser menos subjetiva (Martins et al., 2016). Por sua vez, a ICF-US II possibilita a identificação dos pontos fortes e fracos de componentes da aplicação em avaliação (Martins et al., 2016).

A grelha de desempenho serviu para registar o sucesso ou insucesso na execução de tarefas (e.g., número total de erros ou duração das tarefas) previstas num guião de tarefas. Por sua vez, a folha de registo de incidentes críticos serviu para registar impressões relativas

à interação dos participantes com a aplicação como, por exemplo, dificuldades sentidas ou momentos de inquietação.

3.5. Instrumentos de Avaliação do Grau de Adequação do Aplicação Web

Para a avaliação do grau de adequação da Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico no apoio à realização remota de programas de exercício físico previamente prescritos utilizou-se a *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1996; Martins, Rosa, Queirós, Silva, & Rocha, 2015) e realizou-se uma entrevista semiestruturada.

A SUS é composta por 10 questões com cinco opções de resposta do tipo *Likert* (variando de 1, discordar fortemente, a 5, concordar plenamente). A pontuação final da escala pode variar de 0 a 100 e a sua obtenção obedece a um algoritmo descrito por Brooke (1996). Uma pontuação igual ou superior a 68 é considerada acima da média e uma pontuação inferior a 68 é considerada abaixo da média (Brooke, 1996).

O guião da entrevista semiestruturada foi constituído por tópicos de discussão para explorar a perceção dos participantes relativamente à aceitabilidade e adequação da aplicação e da intervenção subjacente, nomeadamente em termos de (i) experiência de realização de exercício físico com apoio da aplicação, (ii) aspetos relacionados com a adoção da aplicação na rotina diária e (iii) preferências relativamente ao tipo de vídeos (i.e., vídeos reais filmados com a participação de um voluntário ou vídeos virtuais baseados num avatar) associados às instruções.

3.6. Procedimentos das Sessões de Avaliação

Em cada sessão de avaliação o participante foi acompanhado por um avaliador e dois observadores. Ao avaliador competiu a interação com o participante, a aplicação da escala ICF-US e a condução da entrevista semiestruturada. Por outro lado, os dois observadores acompanharam a sessão e preencheram a grelha de desempenho e a folha de registo de incidentes críticos.

Tendo em conta que os participantes não tinham qualquer conhecimento ou experiência com a Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico, foi preparado um guião de tarefas para os participantes do grupo proficiente, o que lhes permitiu utilizar as principais funcionalidades da aplicação. Este guião incluiu as seguintes tarefas: (i) faça login, utilizando os dados que lhe foram fornecidos; (ii) inicie a sessão de exercícios; (iii) leia a descrição do exercício e veja o vídeo de exemplo; (iv) inicie o exercício e repita o número de vezes solicitado; (v) quando terminar assinale que concluiu o exercício; (vi) inicie novo exercício repetindo o procedimento e selecione "ver instrução"; (vii) salte para o exercício seguinte; (viii) realize os restantes exercício; (ix) no final, termine a sessão.

A sessão de avaliação foi planeada para não exceder os 60 minutos e subdividida em três momentos; (i) pré-teste; (ii) teste; e (iii) pós-teste. No momento pré-teste, foi entregue a folha de informação ao participante, juntamente com o formulário de pré-participação, e foram esclarecidas dúvidas que existissem relativamente ao estudo, após o que o participante assinou o consentimento informado e foi aplicado o Questionário de Triagem de Saúde para Profissionais de Exercício. Posteriormente, foram aplicados os seguintes instrumentos: (i) questionário sociodemográfico; (ii) TMT; e (iii) Teste da Velocidade da Marcha. De seguida o avaliador verificou se o participante era ou não

capaz de interagir com aplicações informáticas utilizando o rato ou o *touch screen* como dispositivo apontador para o distribuir pelos dois grupos de participantes previstos (i.e., grupo proficiente e grupo não proficiente).

No momento teste, os participantes do grupo proficiente realizaram o guião de tarefas, enquanto os observadores preencheram a grelha de desempenho e registaram ocorrências não previstas na folha de registo de incidentes críticos. Para os participantes do grupo não proficiente um dos observadores convidou-os a participar e foi interagindo com a aplicação enquanto, verbalmente, os instruiu sobre as ações que deveriam realizar.

No momento pós-teste, para os participantes do grupo proficiente, o avaliador preencheu as duas subescalas da ICF-US. Em contrapartida, a SUS foi preenchida por todos os participantes. A sessão de avaliação terminou com uma entrevista semiestruturada conduzida pelo avaliador.

3.8. Questões Éticas

O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia de 1975, cumpriu a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, 8 de agosto de 2019, e foi aprovado pelo Conselho de Ética e Deontologia da Universidade de Aveiro (parecer nº 66-CED/2022). Todos os participantes receberam um folheto informativo e antes de participarem de livre e espontânea vontade assinaram um consentimento informado.

4. Resultados

4.1. Caracterização dos Participantes

No estudo foram incluídos 22 participantes, dos quais nove foram considerados capazes de interagirem de uma forma autónoma com a aplicação (i.e., grupo proficiente), ao contrário dos restantes 13 (i.e., grupo não proficiente).

A média de idades dos participantes foi de 73.6 ± 10.9 anos. Os participantes do grupo não proficiente tinham uma idade média de 79.9 ± 8.4 anos, sendo 79.6% (n=19) do sexo feminino, enquanto os participantes do grupo proficiente tinham uma média de idades de 64.3 ± 6.5 anos, sendo 88.9% (n=8) do sexo feminino.

No grupo não proficiente, dez participantes (76.9%) reportaram ter o 4º ano de escolaridade, dois (15.4%) o bacharelato ou a licenciatura e um (7.7%) referiu ter outra habilitação académica. No grupo proficiente, cinco participantes (55.6%) reportaram ter o 12º ano de escolaridade, dois (22.2%) o bacharelato ou a licenciatura, um (11.1%) o 9º ano de escolaridade e outro (11.1%) o 4º ano de escolaridade.

No teste de desempenho cognitivo TMT, os participantes do grupo não proficiente demoraram em média 112 ± 86 segundos a completar a parte A do teste e 324 ± 90 segundos a completar a parte B. Os participantes do grupo proficiente foram mais rápidos a completar ambos os testes e demoraram em média 36 ± 11 segundos na parte A e 106 ± 75 na parte B. No desempenho físico, os elementos do grupo não proficiente percorreram a distância estipulada a uma velocidade média de 0.7 ± 0.2 m/s e os elementos do grupo proficiente percorreram a mesma distância com uma velocidade média de 1.2 ± 0.2 m/s.

4.2. Avaliação da Usabilidade

Para a avaliação da usabilidade da interface disponibilizada aos participantes considerou-se os resultados da ICF-US, da grelha de avaliação de desempenho e da folha de registo de incidentes críticos referentes aos participantes do grupo proficiente. O gráfico da Figura 2 apresenta os resultados da ICF-US I. O item 6 (i.e., possibilidade de interagir de várias formas) foi considerado não aplicável, pois só era possível a interação através do rato.

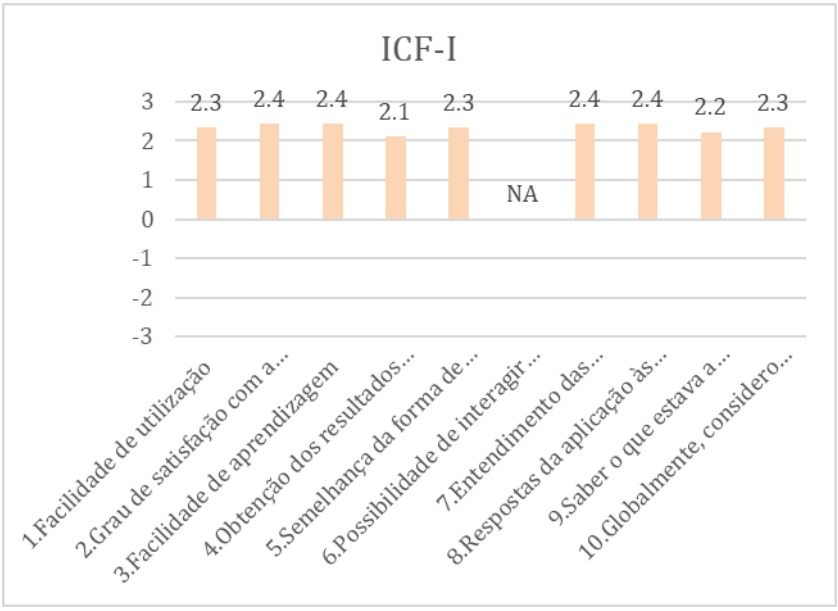


Figura 2 – Resultados da ICF-US referentes à avaliação da usabilidade

Todos os itens foram classificados como facilitadores, sendo que a média total foi de 23.5 ± 7.4 (num intervalo de -30.0 a 30.0). A pontuação por item variou entre 2.1 no item referente à obtenção dos resultados esperados e 2.4 para quatro itens: (i) grau de satisfação; (ii) facilidade de aprendizagem; (iii) entendimento das mensagens apresentadas; e (iv) respostas da aplicação às ações do utilizador.

Considerando os resultados da ICF-US II verificou-se a necessidade de proceder a algumas melhorias, porquanto:

- Três participantes sentiram problemas com o tamanho da fonte.
- Alguns participantes tiveram dificuldade em identificar o ícone para ativar o início do exercício, porquanto tentaram iniciar o exercício carregando na palavra iniciar contida na instrução.
- Em geral, os participantes perceberam a apresentação da contagem das repetições, embora dois deles só o tenham percebido após a explicação do avaliador.

- Em geral, os participantes entenderam as instruções, inclusive a necessidade de utilizar o equipamento para a realização do exercício (e.g., peso adicional). No entanto, nem sempre foi seguida a sequência prevista, porquanto alguns dos participantes leram primeiro as instruções e viram os respetivos vídeos de exemplo para confirmar, enquanto outros, para exercícios simples, não quiseram ver os vídeos. Adicionalmente, foi possível constatar que a maioria dos participantes preferiu os vídeos às instruções de texto, porquanto, como ilustra a opinião de um participante, "é melhor ver o vídeo do que estar a ler".

No que diz respeito à avaliação de desempenho, à exceção da tarefa terminar sessão que não foi concluída por um dos participantes, todas as restantes tarefas foram realizadas com sucesso pela totalidade dos participantes. Relativamente ao tempo de execução, a tarefa que demorou mais tempo foi a tarefa referente à realização dos exercícios. Quanto ao número de erros, as tarefas que produziram o maior número de erros foram as tarefas relacionadas com (i) a realização dos exercícios, (ii) o avançar para o exercício seguinte, e (iii) o assinalar que concluiu o exercício.

Em termos de registo de incidentes críticos, foi possível identificar algumas inconsistências da aplicação, nomeadamente:

- Reprodução do vídeo (e.g., não foi possível a reprodução do vídeo, ou o vídeo reproduzido não foi o correto);
- Funcionamento incorreto das repetições, nomeadamente a não apresentação do contador de repetições, ou o vídeo continuar ativo após o número de repetições previsto.
- Navegação na aplicação como, por exemplo, problemas em iniciar um exercício ou avançar para o exercício seguinte.

Foi ainda reportada uma situação em que a interface do participante perdeu a formatação.

4.3. Avaliação do Grau de Adequação da Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico

Para avaliar o grau de adequação da aplicação para o apoio à realização remota de programas de exercício físico previamente prescritos foi aplicada a SUS e feita uma entrevista semiestruturada a todos os participantes, quer do grupo proficiente e do grupo não proficiente.

A pontuação média da SUS do grupo não proficiente foi de 76 ± 16 e no grupo proficiente foi de 81 ± 16. No grupo não proficiente os valores da SUS variaram entre 48 e 100 e, no grupo proficiente, variaram entre 78 e 100. No grupo não proficiente os itens mais bem pontuados referem-se à integração das várias funcionalidades e à confiança na utilização da aplicação. No grupo proficiente os itens mais bem pontuados foram os que se referem à reduzida necessidade de aprender muito para conseguir utilizar a aplicação e à reduzida dificuldade em a utilizar.

As transcrições dos resultados das entrevistas semiestruturadas foram analisadas de acordo com três perspetivas distintas: (i) experiência de realização de exercício físico com apoio da Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico; (ii) aspetos relacionados

com a adoção da aplicação; e (iii) preferências relativamente aos vídeos associados às instruções.

Em termos de experiência de realização de exercício físico com apoio da aplicação, 21 dos 22 participantes manifestaram a sua satisfação em relação à utilização da aplicação. Considerando a possibilidade de utilização da aplicação em casa, as opiniões dividiram-se: treze dos participantes utilizá-la-iam em casa, sete dos participantes não a utilizariam em casa e dois dos participantes não se manifestaram.

Finalmente, quando solicitados a pronunciarem-se se preferiam os vídeos reais (i.e., filmados com a participação de um voluntário) ou vídeos virtuais (i.e., baseados num avatar), nove dos participantes manifestaram ser indiferente, oito participantes manifestaram a preferência pela figura humana, e quatro participantes preferiram o avatar.

5. Discussão

De acordo com os resultados dos instrumentos utilizados para a avaliação da usabilidade, é possível constatar que a interface de interação disponibilizada aos participantes apresenta uma boa usabilidade e é claramente um facilitador. No entanto, alguns detalhes da interface, nomeadamente o tamanho da fonte utilizada e o modo de aceder e reproduzir os vídeos contendo as instruções dos exercícios, necessitam de ser melhorados. Por sua vez, o registo de incidentes críticos aponta que a fiabilidade dalguns componentes da aplicação precisa de ser otimizada.

Em termos do grau de adequação da aplicação para o apoio à realização remota de programas de exercício físico previamente prescritos, considerando a pontuação total da SUS, pode-se inferir a clara satisfação dos participantes com a realização do programa de exercício físico preparado para a sessão de avaliação. É de realçar que o grau de satisfação do grupo proficiente foi ligeiramente superior ao grau de satisfação do grupo não proficiente. Ambos os resultados da SUS (i.e., pontuação total do grupo proficiente e pontuação total do grupo não proficiente) são superiores ao ponto de corte da SUS (i.e., 68) indicando que, em geral, todos os participantes ficaram satisfeitos com a realização do programa de exercício físico.

Estes resultados são reforçados pela análise qualitativa das transcrições das entrevistas semiestruturadas em que 21 dos participantes manifestaram opiniões positivas sobre a experiência de realização de exercício físico com apoio da aplicação em avaliação como, por exemplo: “Gostei...”; “Ótimo... tem utilidade para quem gostar (de exercício)”; “Gostei... dos exercícios... gosto de fazer exercícios físicos”; “Gostei... os exercícios são agradáveis, fáceis e interessantes...”; “Gostei... é útil. Foi tudo bom... Gostei muito. Acho que estava bem. Se fosse preciso viria amanhã na mesma e já seria muito melhor... e depois começamos a gostar”; “Muito bom...as imagens nos ajudam muito... na preparação física... o que mais gostei foi de utilizar o computador...”; “Eu achei de fácil utilização com linguagem muito percetível. Percebia-se muito perfeitamente com a leitura e depois ajudava com o exemplo... Por exemplo, eu aqui no braço, ao ler, passou-me que tinha de levantar o braço e ao visualizar o vídeo, no início do exercício, corrigi. Portanto, isso é a ligação das duas coisas... acho que sim... é fundamental”.

Por outro lado, alguns dos participantes manifestaram disponibilidade para utilizarem a aplicação para realizarem programas de exercício físico semelhantes nos seus domicílios. Por exemplo: "Sim, era capaz de utilizar…"; "Sim… eu tenho uma neta que já sabe fazer tudo isso e tem 12 anos. Ela ensina-me…"; "Iria… ligava o meu computador … tenho um igual a esse"; "Na minha casa, eu faria esses exercícios sozinho. Não ia precisar de ajuda, mas se eu tivesse alguma dificuldade, chamava o meu filho…"; "Sim, poderia utilizar já hoje. E dava para outras pessoas utilizarem…". No entanto, outros participantes manifestaram a sua indisponibilidade evocando, por exemplo, exemplo, falta de tempo, falta de computador, ou medo de realizarem os exercícios sozinhos.

No que concerne, aos tipos de vídeo utilizados (i.e., vídeos reais filmados com a participação de um voluntário ou vídeos virtuais baseados num avatar), as opiniões dos participantes dividiram-se, o que sugere a necessidade de personalização relativamente à apresentação dos exercícios.

6. Conclusão

O estudo permitiu aferir boa usabilidade da interface de interação disponibilizada aos participantes e que a Aplicação Web de Prescrição de Exercício Físico é adequada para o apoio à realização remota de programas de exercício físico previamente prescritos a pessoas idosas. Alguns pontos fracos identificados pelos instrumentos de avaliação de usabilidade foram objeto de um novo ciclo do processo iterativo do desenvolvimento da aplicação.

Perante os resultados obtidos, é possível avançar para as fases seguintes do modelo de referência MRC, ou seja, estudos referentes à viabilidade e à eficiência da intervenção proposta. Os protocolos de investigação necessários para a realização destes estudos já foram elaborados e obtiveram um parecer favorável do Conselho de Ética e Deontologia da Universidade de Aveiro.

Agradecimentos

Este artigo foi apoiado pelo Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (COMPETE 2020), Portugal 2020 e Lisboa 2020 do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) no âmbito do projeto ACTIVAS - Ambientes Construídos para uma Vida Ativa, Segura e Saudável, POCI-01-0247-FEDER-046101.

Referências

Alessy, S.A., Malkin, J.D., Finkelstein, E.A., AlAhmed, R., Baattaiah, B.A., Evenson, K.R., … & Alqahtani, S.A. (2023). Effectiveness of Interventions Promoting Physical Activity and Reducing Sedentary Behavior in Community-Dwelling Older Adults: An Umbrella Review with Application to Saudi Arabia. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 13, 361–373.

Allen, D.N., & Haderlie, M.M. (2010). Trail-Making Test. In *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. John Wiley & Sons, Ltd.

Baptista, F., Ursine, B.L., Andias, R., Martins, A.I., Silva, A.G., & Rocha, N.P. (2022). Development of a Digital Solution to Support Physical Exercises and Cognitive Training Interventions. In *Proceedings of the 10th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (pp. 178-184). ACM.

Baptista, F., Ursine, B., Martins, A.I., Andias, R., Pais, J., Silva, A.G., & Rocha, N.P. (2023). Development of a Web-based Program for Personalized Physical Exercise for Older Adults. In *Proceedings of the 9th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health (ICT4AWE 2023)* (pp. 221-229). Scitepress.

Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. In *Usability evaluation in industry*. CRC Press.

Bull, F.C., Al-Ansari, S.S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, et al. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, 54(24), 1451-1462.

Cabral, L.L., Nakamura, F.Y., Stefanello, J.M., Pessoa, L.C., Smirmaul, B.P., & Pereira, G. (2020). Initial validity and reliability of the Portuguese Borg rating of perceived exertion 6-20 scale. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 24(2), 103-114.

Caspersen, C.J., Powell, K.E., & Christenson, G.M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, 100(2), 126.

Chaudhry, B.M., Dasgupta, D., & Chawla, N.V. (2022). Successful Aging for Community-Dwelling Older Adults: An Experimental Study with a Tablet App. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13148.

Craig, P., Dieppe, P., Macintyre, S., Michie, S., Nazareth, I., & Petticrew, M. (2008). Developing and evaluating complex interventions: the new Medical Research Council guidance. *BMJ*, 337, a165.

de Maio Nascimento, M., Araújo, J.V.S., da Cruz Neto, P.C., Rios, P.M.B., Silva, C.N., & Ihle, A. (2023). Internet-Based Video Program to Promote Physical Activity, Health, and Well-Being of Brazilian Older Adults during the COVID-19 Pandemic. *Applied Sciences*, 13(7), 4326.

Evans, W.J., & Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50(Special_Issue), 11-16.

Julious, S.A. (2005). Sample size of 12 per group rule of thumb for a pilot study. Pharmaceutical Statistics: *The Journal of Applied Statistics in the Pharmaceutical Industry*, 4(4), 287-291.

Kannus, P., Sievänen, H., Palvanen, M., Järvinen, T., & Parkkari, J. (2005). Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *The Lancet*, 366(9500), 1885-1893.

Magal, M., & Riebe, D. (2016). New preparticipation health screening recommendations: what exercise professionals need to know. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 20(3), 22-27.

Martins, A.I., Rosa, A.F., Queirós, A., Silva, A., & Rocha, N.P. (2015). European Portuguese validation of the system usability scale (SUS). *Procedia computer science*, 67, 293-300.

Martins, A.I., Queirós, A., Silva, A.G., & Rocha, N.P. (2016). ICF based Usability Scale: Evaluating usability according to the evaluators' perspective about the users' performance. In *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (pp. 378-383). ACM.

Mattle, M., Meyer, U., Lang, W., Mantegazza, N., Gagesch, M., ... & Bischoff-Ferrari, H.A. (2022). Prevalence of Physical Activity and Sedentary Behavior Patterns in Generally Healthy European Adults Aged 70 Years and Older—Baseline Results From the DO-HEALTH Clinical Trial. *Frontiers in public health*, 10, 810725.

Page, P., Hoogenboom, B., & Voight, M. (2017). Improving the reporting of therapeutic exercise interventions in rehabilitation research. *International journal of sports physical therapy*, 12(2), 297.

Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2018). *2018 physical activity guidelines advisory committee scientific repor*t. U.S. Department of Health and Human Services.

Sherrington, C., Fairhall, N., Kwok, W., Wallbank, G., Tiedemann, A., Michaleff, Z.A., ... & Bauman, A. (2020). Evidence on physical activity and falls prevention for people aged 65+ years: systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 17(1), 1-9.

World Health Organization. (2016). *Global strategy and action plan on ageing and health (2016–2020)*. World Health Organization.

World Health Organization. (2019). *Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world*. World Health Organization.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 15/07/2023
Aceitação/Acceptance: 30/10/2023

Ciber-Resiliência no Contexto da Segurança e Defesa Nacionais

João Pavão[1], Rute Bastardo[2], Dário Carreira[3], Nelson Pacheco Rocha[4]

jpavao@utad.pt; rutebastardo@gmail.com; dariocarreira@netcabo.pt; npr@ua.pt

[1] INESC-TEC, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5000 Vila Real, Portugal

[2] UNIDCOM, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5000 Vila Real, Portugal

[3] Instituto Superior da Maia, Avenida Carlos Campos Maia, 4475 Maia, Portugal

[4] IEETA, Universidade de Aveiro, Campo de Santiago, 3810 Aveiro, Portugal

Pages: 359-371

Resumo: Ciber-resiliência é um conceito relativamente recente e que, no essencial, acrescenta ao conceito cibersegurança a gestão de risco e alarga o âmbito da sua atuação a processos e pessoas, para além da componente tecnológica. No fundo almeja garantir que organizações, sistemas e sobretudo infraestruturas críticas para a nossa sociedade, funcionem adequadamente independentemente das suas dependências em relação a recursos cibernéticos que podem ser afetados por eventos adversos. Considerando que a transição digital em curso incrementa a exposição de tais infraestruturas a ameaças físicas e do ciberespaço, este artigo reporta um estudo exploratório suportado numa pesquisa bibliográfica que teve como objetivo analisar publicações científicas recentes para determinar a relevância da ciber-resiliência no contexto da segurança e defesa nacionais. Apesar do número de publicações focados na ciber-resiliência ser ainda relativamente reduzido quando comparado com o número de publicações relativas à cibersegurança, verifica-se que há um interesse crescente em explorar a ciber-resiliência em áreas como relações internacionais, segurança interna e defesa nacional, as quais são pilares fundamentais da segurança e defesa dos Estados.

Palavras-chave: Segurança Nacional; Defesa Nacional; Ciber-Resiliência; Cibersegurança; Risco; Incerteza; Cultura de Segurança.

Cyber-Resilience in the Context of National Security and Defense

Abstract: Cyber-resilience is a relatively recent concept that, in essence, adds risk management to the cybersecurity concept and extends the scope of its action to processes and people, in addition to the technological component. It aims to ensure that organizations, systems, and especially critical infrastructures of our society function properly regardless of their dependence on cybernetic resources that may be affected by adverse events. Considering that the ongoing digital transition

increases the exposure of such infrastructures to physical and cyberspace threats, this article reports on an exploratory study supported by bibliographical research, which aimed to analyze recent scientific publications to determine the relevance of cyber-resilience in the context of national security and defense. Although the number of publications focused on cyber-resilience is still relatively reduced when compared to the number of publications related to cybersecurity, there is a growing interest in exploring cyber-resilience in areas such as international relations, internal security, and national defense, which are fundamental pillars of the security and defense of States.

Keywords: *National* Security; National Defense; Cyber-Resilience; Cibersecurity; Risk; Uncertainty; Security Culture.

1. Introdução

A segurança e defesa de um Estado pretende garantir a sobrevivência desse Estado, nomeadamente em termos de soberania, independência, unidade e integridade do seu território, salvaguardar coletivamente os cidadãos, os seus bens e os seus valores espirituais, e assegurar o normal funcionamento dos órgãos de soberania, intuições e serviços (Nunes, 2016). Para a prossecução destas missões os Estados consideram um conjunto de pilares que, tipicamente, incluí: (i) as relações internacionais, que lidam com matérias como o estabelecimento de tratados, alianças e parcerias com outros países e organizações internacionais para promover a segurança e a estabilidade regional e global, para além da implementação de ações para evitar conflitos; (ii) a segurança interna, constituída pelas instituições e organizações responsáveis pela manutenção da ordem pública, combate ao crime, proteção dos cidadãos e das infraestruturas críticas para o funcionamento do país; e (iii) as forças armadas, compostas pelo exército, marinha e força aérea e suportadas pela indústria de defesa que, para além do desenvolvimento e produção de equipamentos militares, pode também contemplar a exploração do espaço.

Os serviços de informações (i.e., serviços de informação internos e externos de recolha, análise e interpretação de informações relevantes para identificar ameaças potenciais, antecipar movimentos estratégicos e apoiar a tomada de decisões) desempenharam ao longo da História e continuam a desempenhar um papel relevante e transversal aos referidos pilares de segurança e defesa nacionais.

Ameaças externas podem comprometer infraestruturas críticas suportadas em sistemas ciberfísicos (i.e., sistemas que integram processos computacionais e processos físicos (Lee & Seshia, 2017) que têm como objetivo automatizar tarefas de elevada complexidade como, por exemplo, o controlo de uma estação de produção de energia) e justificam o interesse crescente da cibersegurança para a salvaguarda da segurança e soberania dos Estados. Neste aspeto é de realçar as discussões de alguns círculos sobre a possibilidade de um ataque cibernético poder ser considerado suficiente para ativar o artigo 5º do tratado da North Atlantic Treaty Organization (NATO) (Guenther & Musgrave, 2022) que estipula que "as partes concordam que um ataque armado contra uma ou várias delas na Europa ou na América do Norte será considerado um ataque a todas" (Department of State, 1949).

A omnipresença das ferramentas digitais em todos os setores da sociedade atual, e, consequentemente, também no setor da segurança e defesa nacionais, acelerada por

políticas de suporte à transição digital, implica a correspondente transversalidade dos problemas relacionados com a cibersegurança e, de forma mais geral, das questões de ciber-resiliência.

Segundo Ross, Pillitteri, Graubart, Bodeau e McQuaid (2021) a ciber-resiliência é a capacidade de antecipar, resistir, recuperar e adaptar-se a condições adversas, tensões, ataques ou comprometimentos em sistemas que usam ou são ativados por recursos cibernéticos. De acordo com o National Institute of Standards and Technology (NIST) (Barker, 2016), a ciber-resiliência é uma propriedade não só de sistemas ou infraestruturas críticas, mas também de organizações, incluindo as que constituem os Estados, para garantir que os respetivos objetivos e missões sejam alcançados independentemente das suas dependências relativamente a recursos cibernéticos que possam ser afetados por eventos adversos (Barker, 2016).

Trata-se no essencial, de capacitar uma gestão eficaz do risco o que requer a capacidade de identificar criteriosamente os recursos e focar no que é mais importante e crítico e tomar as decisões mais adequadas, quer o âmbito da ação e responsabilidades seja estratégico e corporativo ou mais tático. Porém, para uma consistência eficaz na tomada de decisão, é necessário ser capaz de comparar os problemas, bem como as opções e soluções disponíveis para os informar melhor. Para comparar, é preciso medir, isto é, reduzir a incerteza e expressá-la quantitativamente, com base numa definição sólida das coisas a serem medidas.

Neste contexto, este artigo reporta um estudo que teve como objetivo analisar publicações científicas recentes para avaliar a relevância atual da ciber-resiliência no âmbito da segurança e defesa nacionais.

2. Métodos

O estudo teve um caracter exploratório e foi suportado numa pesquisa bibliográfica efetuada nas bases de dados de indexação Scopus e Web of Science, combinando as seguintes expressões de pesquisa “national defense”, “cyberresilience, “ciber resilience”, “cibersecurity” e “ciber security”. Desta pesquisa resultaram 300 artigos.

Posteriormente, foram analisados os artigos resultantes para verificar os que estavam focados em questões relacionadas com a ciber-resiliência no contexto das relações internacionais, segurança interna e forças armadas. Nesta fase foram excluídos todos os artigos que não focavam aspetos de ciber-resiliência, embora contribuíssem para a cibersegurança.

Finalmente, com base no conjunto de artigos identificados, preparou-se uma síntese daqueles que foram considerados mais relevantes para cada um dos pilares de segurança e defesa nacionais.

3. Relações Internacionais

As relações internacionais abrangem as interações políticas, económicas, sociais e culturais entre Estados e outras organizações internacionais. Incluí áreas como a política internacional, a diplomacia e a legislação internacional (Dunne, Kurki, & Smith, 2021).

A política internacional concentra-se na análise das políticas, estratégias e decisões tomadas por governos e organizações em relação a questões globais, como segurança, comércio, meio ambiente, direitos humanos, entre outras (Dunne et al., 2021). A política internacional pretende entender os padrões de interação e a dinâmica política entre os Estados e como esses fatores influenciam as relações internacionais em geral.

Já a diplomacia pode ser definida como a prática de conduzir negociações e comunicações entre governos e outros atores internacionais, com o objetivo de encontrar soluções para questões globais e proteger os interesses nacionais (Barrinha & Renard, 2020). Para tal, a diplomacia abrange uma variedade de atividades diplomáticas, como a realização de tratados, negociações bilaterais ou multilaterais, e a mediação de disputas entre países.

Com a evolução e ubiquidade dos sistemas informáticos surgiu o uso do conceito ciberdiplomacia (Barrinha & Renard, 2020) que pode ser definida como o uso da web e das tecnologias de informação para ajudar a desenvolver objetivos diplomáticos (Hanson 2010). Kasper e Vernygora (2021) referem outra definição de ciberdiplomacia, dizendo que esta pode ser descrita como a diplomacia do ciberespaço, ou o uso dos recursos, iniciativas e funções diplomáticas para promover interesses nacionais definidos em estratégias nacionais de cibersegurança.

Finalmente, a legislação internacional é um instrumento que complementa a política internacional e a diplomacia (Dunne et al., 2021). Por exemplo, os acordos bilaterais ou multilaterais estabelecidos pela diplomacia são frequentemente baseados em legislação internacional que estabelece o respetivo enquadramento legal e normativo, e atribui responsabilidades aos seus signatários relativamente ao seu cumprimento. A legislação internacional baseia-se em tratados, convenções, acordos e normas que são aceites por vários países e é constituída por uma combinação de negociações diplomáticas, práticas estatais, decisões judiciais, costumes, princípios gerais do direito e atuação de organizações internacionais. O desenvolvimento do direito internacional é um processo contínuo, refletindo a dinâmica e a complexidade das relações internacionais

A ligação entre política internacional, diplomacia e legislação internacional é fundamental para o funcionamento da ordem global e das relações entre Estados e outras organizações internacionais.

3.1. Política Internacional

Nas últimas décadas, a União Europeia expandiu-se para incluir novos países e consolidou a sua influência dentro de cada Estado Membro. Esse crescimento, aliado aos processos de digitalização tornou a cibersegurança e a ciber-resiliência pilares fundamentais no desenvolvimento digital da Europa. De acordo com Kasper e Osula (2021), a partir de um conjunto avulso de políticas de dispersas pelos diferentes setores e Estados Membros, a União Europeia tem feito um esforço no sentido de implementar políticas enquadradoras e abrangentes na área de segurança dos recursos digitais.

Adicionalmente, segundo Kasper e Vernygora (2021), o discurso político da União Europeia tem revelado que esta possui poderes crescentes e significativos na área cibernética. No entanto, tais poderes têm ainda algumas carências e, adicionalmente, a ação estratégica europeia em termos de ciber-resiliência não é tanto um problema

técnico, mas sim um desafio estratégico complexo com forças distribuídas, requerendo esforços máximos e uma abordagem conjunta dos Estados Membros (Kasper & Vernygora, 2021).

3.2. Ciberdiplomacia

Kasper e Osula (2021) realçam que sendo o ciberespaço uma área prioritária das relações internacionais, a ciberdiplomacia tornou-se um eixo importante da política externa da União Europeia. Este eixo inclui, desde 2020, um conjunto de medidas combinadas envolvendo ações de cariz diplomático, político e económico agrupadas em (i) medidas preventivas, (ii) medidas cooperativas, (iii) medidas de estabilidade, e (iv) medidas restritivas (Kasper & Osula, 2021). Os autores concluem ainda que a União Europeia tem promovido discussões sobre medidas adicionais, procurando fortalecer a sua posição internacional em termos de ciberdiplomacia (Kasper & Osula, 2021).

3.3. Legislação Internacional

O problema da falta de punição por parte dos Estados ocidentais no domínio cibernético, mesmo quando os seus interesses políticos e económicos são repetidamente atacados por outros Estados, é uma questão analisada por Kello (2021).

A atual abordagem ocidental para prevenção de ciberconflitos, baseada nas normas existentes de direito internacional, tem sido ineficaz porque a grande maioria dos ciberconflitos entre os Estados não se enquadra nem nos critérios destrutivos da guerra nem nos limites aceitáveis da rivalidade pacífica (Kello, 2021). Trata-se de uma rivalidade de "não paz" ou de médio espectro, e, segundo o autor, os Estados ocidentais têm respondido de uma forma inadequada a Estados mal-intencionados que atuam a coberto desta "não paz". Respostas inadequadas não indicam tolerância às agressões, mas sim a ausência de uma estratégia que considere as ambiguidades legais e doutrinárias inerentes a este tipo de rivalidade. Para tal são necessários novos tratados e convenções internacionais para dissuadir ações que o direito internacional atual não reconhece como merecedoras de uma resposta forte (Kello, 2021).

Pagnacco (2021) reforça a ideia da necessidade de novos tratados internacionais, porquanto considera que os atuais tratados têm um alcance limitado para dissuadir ataques a infraestruturas críticas devido às dificuldades de atribuição de responsabilidades e ao facto de alguns tipos de ataques no ciberespaço não serem explicitamente criminalizadas. Neste contexto, o autor (Pagnacco, 2021), tendo como base a pressão que infraestruturas críticas de comunicação sofreram durante a pandemia COVID-19 (i.e., continuaram a funcionar em tempo de pandemia, apesar do uso acrescido de serviços baseados em tecnologias de informação), explora os desafios que advêm da interseção da cibersegurança e ciber-resiliência com a criação de políticas. Em particular, defende que a segurança de infraestruturas críticas para além de requer abordagens interdisciplinares, combinando perspetivas tecnológicas e das ciências sociais, bem como perspetivas da indústria e da academia, também necessita de um consenso internacional mais amplo que complemente o estabelecido pelas legislações nacionais (Pagnacco, 2021). Para tal é necessária a criação de um quadro legal internacional que reduza a impunidade dos ataques a infraestruturas críticas.

4. Segurança Interna

O ciberterrorismo foi a questão de segurança interna mais relevante identificada por esta revisão bibliográfica.

Segundo Albert, Nikolaev e Jacobson (2023) a segurança interna passou por uma transformação significativa desde os atos terroristas de 11 de setembro de 2001 e continua a evoluir, pelo que existe um conjunto abrangente de oportunidades de investigação em termos de risco, pelo que a ciber-resiliência no contexto da prevenção de atos de terrorismo, um componente fundamental da segurança interna.

Por sua vez, Khater (2023), também no contexto do terrorismo, analisa o quadro legal existente para proteger a segurança do ciberespaço contra atos terroristas, utilizando um método analítico descritivo. O objetivo foi o de encontrar maneiras de superar os desafios que os terroristas representam para a cibersegurança, quer a nível nacional, quer a nível internacional, para ser possível o desenvolvimento de mecanismos eficazes para lidar com o fenómeno e mitigar os riscos para as organizações, pessoas e a estabilidade dos Estados. Com base numa análise de tratados, resoluções e documentos internacionais o autor (Khater, 2023) conclui que é necessário fortalecer continuamente a luta contra o ciberterrorismo por meio de tratados legais vinculativos para prevenir danos à comunidade internacional e estabelece uma série de recomendações com o objetivo de melhorar as práticas de cibersegurança em resposta ao ciberterrorismo. Nesse sentido, é necessário desenvolver estratégias nacionais para responder às ameaças provenientes do ciberespaço e elaborar legislação eficaz para assegurar o uso seguro das tecnologias de informação e prevenir ameaças nefastas (Khater, 2023).

Dado que a garantia da segurança interna, nomeadamente em termos de prevenção de atos terroristas, exige a cooperação de múltiplas entidades, Kaponig (2020) apresenta a política de cibersegurança adotada pela Áustria, a qual é abrangente, integrada, proativa e baseada em solidariedade e cooperação dentro e além da União Europeia. A governança transparente, a cooperação entre agências públicas, empresas, centros de investigação e cidadãos, bem como investimentos em conscientização, investigação e desenvolvimento, visam proteger de forma eficaz informações vitais e infraestruturas críticas. O Ministério da Defesa e as Forças Armadas Austríacas contribuem para a política nacional principalmente por meio do Comando das Forças Conjuntas, do Comando de Sistemas de Comunicação e Informação e Defesa Cibernética, e dos seus serviços de informações. Adicionalmente, é identificado o desafio da implementação da diretiva Network and Information Security (NIS) da União Europeia, cuja transposição para as legislações nacionais tem de ser efetuada pelos Estados Membros até 17 de outubro de 2024, bem como da implementação de recomendações existentes, das quais se destacam a expansão do portfólio do Centro Cooperativo de Defesa da NATO, e esforços coordenados pela União Europeia, através de clusters de cibertecnologia (Kaponig, 2020).

5. Forças Armadas

As forças armadas estão na vanguarda das inovações tecnológicas, permitindo-lhes um maior controlo, proteção e segurança dos territórios sob a sua responsabilidade. Tal é demonstrado por Espitia Cubillos, Agudelo Calderón e Buitrago Suescún (2020) que

apresentam um levantamento e uma classificação dos avanços tecnológicos das forças armadas de todo o mundo, com base na análise das respetivas páginas web oficiais. Dentro das categorias mais populadas estão as das viaturas militares, sistemas de armas, seguidas pelas das aeronaves, comunicações, treino e logística. Com base no estudo efetuado os autores preveem o crescimento nas áreas de robótica e drones, sensores e cibersegurança (Espitia Cubillos et al., 2020).

Apesar do seu grau de inovação, as forças armadas enfrentam diversos desafios. Em particular, Koch (2019) analisou as transações de informação contida na Dark Web, especialmente informação sensível de instituições governamentais, para determinar se estas transações representam uma ameaça para as operações militares (Koch, 2019). A investigação realizada reconhece e destaca a importância de combater a comercialização de dados na Dark Web para proteger as forças armadas e minimizar os riscos relacionados com a sua ciber-resiliência. Embora o autor (Koch, 2019) acabe por recomendar a vigilância da Dark Web como uma medida preventiva, também ressalta que a maior parte das ameaças provém da internet aberta e da Deep Web, que são mais difíceis de monitorizar.

Por sua vez, Brandmeier, Heye e Woywod (2021) realçam as questões da computação quântica e as suas consequências nas forças armadas. Os autores (Brandmeier et al., 2021) procuraram apresentar uma visão geral do atual estado de desenvolvimento dos computadores quânticos, projetar próximos passos e investigar o impacto futuro desses sistemas na cibersegurança e operações militares. A investigação revelou que sistemas criptográficos estabelecidos, como os algoritmos assimétricos baseados no algoritmo Rivest-Shamir-Adleman (RSA), são particularmente vulneráveis. Adicionalmente, a computação quântica pode ter outros impactos nas forças armadas tais como revolucionar a sua logística ou alterar a comunicação entre unidades militares. Como conclusão, Brandmeier et al. (2021) sugerem algumas recomendações acerca do que a NATO precisa de fazer para se preparar para a era quântica.

Também nas forças armadas, a coordenação internacional deve assumir um papel de relevo devido à necessidade de se definirem leis e regulamentos, bem como jurisdições e autoridades (Efthymiopoulos, 2018; 2019). Tal é particularmente importante para a NATO que, desde sempre, se baseia na cooperação dos seus Aliados para a tomada de decisões coletivas em benefício da segurança e defesa (Robinson & Slack (2019).

Atualmente, as forças armadas estão mais dependentes do que nunca dos dispositivos suscetíveis de serem afetados por ações não só da guerra eletrónica clássica, mas sobretudo da guerra do ciberespaço. Particularmente os países da NATO estão conscientes da proficiência considerável da Federação Russa nesse domínio, tal como demonstrou a crise da Ucrânia (McCrory, 2020). Consequentemente, Gottemoeller, Hedgecock, Magula e Poast (2022) defendem que para a NATO ser resiliente e capaz de responder aos desafios cibernéticos emergentes deve promover uma cultura estratégica de inovação baseada na cooperação estreita entre os Aliados, bem como em parcerias industriais e de investigação e desenvolvimento que fomentem novos avanços tecnológicos (Gottemoeller et al., 2022).

Por outro lado, os Estados estão muito dependentes de ativos espaciais para missões militares terrestres, marítimas ou aéreas, e de inteligência e segurança

nacionais. Adicionalmente, esta dependência está associada a ameaças que exploram vulnerabilidades, nomeadamente as provenientes de adversários com capacidades avançadas em guerra eletrónica e operações antissatélite (Yan, Li, Guo, & Hua, 2020). Por exemplo, a segurança dos Estados pode estar ameaçada pela dependência excessiva do Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System - GPS), que corre o risco de graves interrupções causadas por eventos como erupções solares, ciberataques ou ações militares (Yan et al., 2020). Para ultrapassar este problema, os autores (Yan et al., 2020) propõem a criação de uma arquitetura que utilize sistemas de navegação por satélite como GPS, eLoran e tecnologias baseadas em fibra para garantir a resiliência do sistema e proteger os interesses nacionais.

Ainda em termos da defesa de ativos espaciais, Falco et al. (2022) abordam a importância da consciência das ameaças ativas para veículos espaciais e destacam a necessidade de ação para evitar danos. Enquanto a prevenção de riscos físicos requer a manipulação orbital, lidar com interferências é mais complexo. Assim, são necessárias novas soluções que permitam a defesa autónoma de veículos espaciais contra ataques de radiofrequência, eletromagnéticos ou cibernéticos.

Perante o conjunto de ameaças do ciberespaço enfrentadas pelas forças armadas, o estudo relatado por Wood, Wells, Rice e Linkov (2019) teve o objetivo de desenvolver uma estratégia para avaliar a eficiência geral e o status da ciber-resiliência de uma organização de grande dimensão, identificando lacunas e sobreposições nos esquemas de resiliência cibernética de seus componentes. O estudo considerou apenas seis componentes do Departamento do Exército dos Estados Unidos. Numa primeira fase a partir da realização de entrevistas com os representantes de cada um dos seis componentes foi construída uma matriz qualitativa de resiliência. Posteriormente, foi realizada uma análise de similaridade para verificar o alinhamento entre os diferentes componentes estudados do Exército dos Estados Unidos. Apesar das limitações assumidas do estudo, as conclusões destacaram aspetos positivos da abordagem ao identificar maneiras de coordenar a ciber-resiliência em diferentes componentes do Exército dos Estados Unidos (Wood et al., 2019)

6. Discussão

A transição digital está associada a um conjunto lato de vantagens, mas também expõe vulnerabilidades que podem ser exploradas por adversários. Assim, a ciber-resiliência deve ser entendida como uma prioridade estratégica para preparar os Estados contra ameaças cibernéticas, proteger ativos e preservar a integridade das operações críticas num cenário tecnológico em constante mudança. O presente levantamento da literatura científica mostra que com a crescente interligação das Estados e a dependência da tecnologia em operações críticas, as ciberameaças tornaram-se mais complexas e disseminadas. Nesse contexto, é crucial a capacidade de resistir, recuperar e adaptar-se a ataques cibernéticos para garantir a soberania, segurança interna e a operacionalidade permanente das forças armadas.

Como a ciber-resiliência avalia o risco, a determinação de quanto se reduz o risco é a base para definir como priorizar a utilização dos recursos. Em termos de recursos, os investimentos têm sido orientados mais para a tecnologia e menos para recursos humanos,

pelo que é necessário um novo enfoque: constituindo as pessoas o principal vetor de ataque, é imperativo fortalecer a camada humana de segurança por forma a mitigar os riscos, nomeadamente através do desenvolvimento de defesas em profundidade e da criação de uma verdadeira cultura de segurança que considere adequadamente as características dos diferentes grupos sociais (e.g., as ideias, costumes e comportamento sociais dos funcionários de uma organização).

Por outro lado, a legislação internacional não é eficaz no que diz respeito à capacidade de resolver os ciberconflitos que não se enquadram nos critérios tradicionais de guerra ou rivalidade pacífica e que são classificados como "não paz" ou rivalidade de médio espectro. Assim, no âmbito das relações internacionais é preciso promover estratégias de cibersegurança e ciber-resiliência sustentadas num conjunto de tratados e convenções internacionais que fomentem o uso seguro e responsável do ciberespaço. Para tal, Pagnacco (2021) defende a criação de um quadro legal global a longo prazo que reduza a impunidade de ataques a infraestruturas críticas, enquanto Kello (2021) sugere a elaboração de novos tratados internacionais para dissuadir ações que o direito internacional atual não reconhece como merecedoras de uma resposta forte.

Neste aspeto é de destacar que os esforços da União Europeia (Kasper & Vernygora, 2021) que tornaram a ciberdiplomacia uma parte integral da sua política externa (Kasper & Osula, 2021). Por sua vez, Kasper & Osula (2021) relatam a concordância dos Estados Membros num conjunto de medidas de cariz diplomático, político e económico para fortalecer a ciberdiplomacia no âmbito da política externa da União Europeia. No entanto, são necessários esforços acrescidos a nível da União Europeia para consolidar a ação estratégica europeia em termos de cibersegurança e ultrapassar carências atualmente existentes (Kasper & Vernygora, 2021).

Já no capítulo da segurança interna, Khater (2023) também realça que é preciso criar acordos internacionais e leis estabelecidas para enfrentar os ataques cibernéticos. Este é um aspeto importante, dado que grupos terroristas exploram cada vez mais tecnologias modernas para travar guerras psicológicas, sabotar operações e causar danos e danos deliberados.

No quadro da segurança interna não são apresentadas soluções que remetam para adoção de qualquer tipo de norma que regule pessoas, processos e tecnologia segundo uma cultura de ciber-resiliência. No entanto, o artigo apresentado por Kaponig (2020) refere a importância da colaboração das diferentes forças internas na política de cibersegurança da Áustria. De acordo com o autor (Kaponig, 2020) esta colaboração deve ser abrangente, integrada, proativa e baseada em solidariedade e cooperação dentro e além da União Europeia.

Finalmente, ainda na área da segurança interna, Albert et al. (2023) destacam a importância da investigação em ciber-resiliência no contexto da segurança interna e identificam possíveis oportunidades.

Relativamente ao tema da ciber-resiliência nas forças armadas, para além da avaliação da ciber-resiliência de componentes do Exército dos Estados Unidos (Wood et al., 2019), foi possível identificar preocupações com inovações tecnológicas e tecnologias emergentes como a Dark Web, a computação quântica e o setor do espaço. O acesso a informação crítica para fins comerciais ilícitos pode prejudicar a operacionalidade

das forças armadas (Koch, 2019), pelo que é fundamental monitorar continuamente as transações do ciberespaço e desenvolver e praticar regularmente planos de emergência para uma resposta rápida potenciais brechas, logo que estas se tornem conhecidas.

Por sua vez, Brandmeier et al. (2021) realçam a atualidade das questões da computação quântica e sugerem que sejam identificadas antecipadamente situações que podem ser potencialmente catastróficas num futuro não muito longínquo, como é o caso da comunicação de informação criptografada com base nos algoritmos do tipo RSA, atualmente adotada pela NATO. Este tipo de preocupações já foi identificado pelo NIST que, desde há alguns anos, tem feito um investimento em captação de algoritmos quânticos, nomeadamente através de chamadas públicas (NIST, 2022; 2023).

Diversos autores, incluindo Efthymiopoulos (2018; 2019), Robinson e Slack (2019) ou Gottemoeller et al. (2022) relevam a importância da coordenação internacional a nível das forças armadas, não só para a definição de novas leis internacionais, jurisdições e autoridades (Efthymiopoulos, 2018; 2019), mas também para que países aliados respondam em conjunto a ameaças cibernéticas emergentes (Gottemoeller et al., 2022).

Finalmente são de referir as preocupações com as questões de ciber-resiliência no espaço. Nesta área Falco et al. (2022) destacam a importância da consciência das ameaças ativas para veículos espaciais e a necessidade de ação para evitar danos.

A dependência crescente de ativos espaciais cria vulnerabilidades que podem tornar-se visíveis a adversários com capacidades avançadas em guerra eletrónica e operações antissatélite. Yan et al. (2020) destacam a crescente utilização dos países de ativos espaciais para missões militares, inteligência e segurança nacional. Um vetor que pode ser explorado por adversários é o da sincronização temporal que se reveste de elevada importância para a segurança económica e nacional dos países que dependem dos ativos espaciais, ilustrando a excessiva dependência do GPS.

Tornou-se evidente na análise dos artigos que os ataques cibernéticos são identificados como um problema que ameaça a soberania, segurança interna e operacionalidade das forças armadas. Além disso, a importância da ciber-resiliência é também reconhecida como uma prioridade estratégica para preparar as nações contra estas ameaças. Porém, uma percentagem significativa dos estudos são concetuais e não apresentam soluções concretas.

7. Conclusão

Apesar das vantagens trazidas pela transformação digital, os desafios e as vulnerabilidades associadas a esse processo merecem uma atenção acrescida, de forma a garantir a segurança e defesas nacionais. Em paralelo com o desenvolvimento tecnológico é necessário um grande esforço de investimento nas pessoas e organizações em diversas frentes dado que "o maior perigo em tempos de turbulência não é a turbulência, mas sim agir com a lógica de ontem" (Drucker,1993).

Particularmente relevante é, por um lado, saber se se alcança uma cultura de segurança, que reflita o *conhecimento*, *valores*, *normas* e *comportamento* que se desejam e, por outro, é fundamental a promoção de novos tratados internacionais para tornar o direito internacional mais adequado aos desafios colocados pelo ciberespaço.

Tal como acontece noutras áreas (Pavão, Bastardo, Carreira, & Rocha, 2023; Pavão, Bastardo, & Rocha, 2023), na segurança e defesa nacionais a ciber-resiliência é ainda relativamente irrelevante quando comparada com a cibersegurança. Tal significa que é necessária investigação adicional.

Os autores planeiam realizar no futuro próximo uma revisão sistemática sobre o tema que ultrapasse as limitações metodológicas associadas ao carácter exploratório deste estudo. Um dos tópicos a aprofundar na referida revisão sistemática diz respeito à utilização de modelos de referência de segurança globalmente reconhecidos e aceites internacionalmente, tal como é o caso das normas da família ISO27000 ou do NIST Cybersecurity Framework (NIST-CSF) (Stallings, 2019). Na verdade, sendo o NIST-CSF um padrão suficientemente abstrato para ser aplicado a vários níveis, ele não é referido em nenhuma das publicações analisadas. No entanto, sendo um dos objetivos do NIST-CSF oferecer uma linguagem comum, que ligue todas as pessoas e profissões envolvidas em questões de ciber-resiliência, de forma a facilitar a comunicação intra e inter organizacional entre as partes interessadas, é relevante avaliar a sua contribuição para a ciber-resiliência no contexto da segurança e defesas nacionais. Neste contexto, é particularmente relevante perceber como o NIST-CSF pode contribuir para: (i) a tomada de melhores decisões em cenários de risco cada vez mais difíceis e complexos, quando se está significativamente incerto sobre o presente e o futuro; e (ii) a redução da incerteza, mesmo quando os dados parecem indisponíveis ou os alvos de medição parecem ambíguos e intangíveis.

Referências

Albert, L. A., Nikolaev, A., & Jacobson, S. H. (2023). Homeland security research opportunities. *IISE Transactions*, 55(1), 22–31.

Barker, E. (2016). *Recommendation for Key Management Part 1: General (NIST SP 800-57pt1r4; p. NIST SP 800-57pt1r4)*. National Institute of Standards and Technology.

Barrinha, A., & Renard, T. (2020). Power and diplomacy in the post-liberal cyberspace. *International Affairs*, 96(3), 749-766.

Brandmeier, R. A., Heye, J. A., & Woywod, C. (2022). Future Development of Quantum Computing and Its Relevance to NATO. *Connections: The Quarterly Journal*, 20, 89-110.

Department of State (1949). *The North Atlantic Treaty*. U.S. Department of State.

Dunne, T., Kurki, M., & Smith, S. (2021). *International relations theories: Discipline and diversity*. Oxford University Press.

Drucker, Peter Ferdinand (1993). *Managing in turbulent times*. Routledge.

Efthymiopoulos, M.P. (2018). Cyber-Challenges and NATO. In Carayannis, E., Campbell, D., Efthymiopoulos, M. (eds). Handbook of Cyber-Development, Cyber-Democracy, and Cyber-Defense, (pp 937–959). Springer.

Efthymiopoulos, M.P. (2019). A cyber-security framework for development, defense and innovation at NATO. Journal of Innovation and Entrepreneurship, 8(1), 1-26.

Espitia Cubillos, A., Agudelo Calderón, J.A., & Buitrago Suescún, Ó. (2020). Innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo. *Revista Científica General José María Córdova*, 18(29), 213–235.

Falco, G., Gordon, N. G., Byerly, A., Grotto, A., Siegel, J., & Zanlongo, S. (2022). The Space Digital Dome: Autonomous Defense of Space Vehicles from Radio Frequency Interference. In *Proceedings of the 2022 IEEE Aerospace Conference (AERO)*, (pp. 1–8). IEEE.

Guenther, L., & Musgrave, P. (2022). New Questions for an Old Alliance: NATO in Cyberspace and American Public Opinion. *Journal of Global Security Studies*, 7(4), ogac024.

Gottemoeller, R., Hedgecock, K., Magula, J., & Poast, P. (2022). Engaging with emerged and emerging domains: cyber, space, and technology in the 2022 NATO strategic concept. Defence Studies, 22(3), 516-524.

Hanson, F. (2010). *A Digital DFAT: Joining the 21st century*. Lowy Institute for International Policy.

Kaponig, H. (2020). Austria's national cyber security and defense policy: Challenges and the way forward. Connections: *The Quarterly Journal*, 19(1), 21–37.

Kasper, A., Osula, A. M., & Molnár, A. (2021). EU cybersecurity and cyber diplomacy. *IDP: Revista de Internet, Derecho y Política*, (34), 8.

Kasper, A., & Vernygora, V. (2021). The EU's cybersecurity: A strategic narrative of a cyber power or a confusing policy for a local common market. *Cuadernos Europeos de Deusto*, 65, 29–71.

Kello, L. (2021). Cyber legalism: Why it fails and what to do about it. *Journal of Cybersecurity*, 7(1), tyab014.

Khater, M. H. (2023). International perspective on securing cyberspace against terrorist acts. International *Journal of Sociotechnology and Knowledge Development*, 15(1), 1–11.

Koch, R. (2019). Hidden in the shadow: The dark web-a growing risk for military operations? In *Proceedings of the 11th International Conference on Cyber Conflict (CyCon)*, (Vol. 900, pp. 1-24). IEEE.

Lee, E. A., & Seshia, S. A. (2016). *Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach*. MIT press.

McCrory, D. (2020). Russian electronic warfare, cyber and information operations in ukraine: Implications for NATO and security in the Baltic states. *The RUSI Journal*, 165(7), 34-44.

NIST (2022). NIST Announces First Four Quantum-Resistant Cryptographic Algorithms. NIST. https://www.nist.gov/news-events/news/2022/07/nist-announces-first-four-quantum-resistant-cryptographic-algorithms.

NIST (2023). Post-Quantum Cryptography. NIST. https://csrc.nist.gov/Projects/post-quantum-cryptography/post-quantum-cryptography-standardization/round-3-submissions.

Nunes, P.V. (2016). *Sociedade em rede, ciberespaço e guerra de informação— Contributos para o enquadramento e construção de uma estratégia nacional da informação*. Instituto da Defesa Nacional.

Pagnacco, A. (2021). Critical Information Infrastructure Protection: Between Cybersecurity and Policymaking. In *Proceedings of the Italian Conference of Cybersecurity ITASEC*, (pp. 488-498). CEUR.

Pavão, J., Bastardo, R., Carreira, D., & Rocha, N.P. (2023). Cyber Resilience, a Survey of Case Studies. *Procedia Computer Science*, 219, 312-318.

Pavão, J., Bastardo, R., & Rocha, N. P. (2023). Cyber Resilience and Smart Cities, a Scoping Review. In *18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE.

Robinson, N., & Slack, C. (2019). Co-operation: a key to NATO's cyberspace endeavour. European Foreign Affairs Review, 24(2), 154-166.

Ross, R., Pillitteri, V., Graubart, R., Bodeau, D., & McQuaid, R. (2021). *Developing Ciber-resilient Systems: A Systems Security Engineering Approach (NIST SP 800-160v2r1; p. NIST SP 800-160v2r1)*. National Institute of Standards and Technology.

Stallings, W. (2019). *Effective Cybersecurity, Understanding and Using Standards and Best Practices*. Pearson Education.

Wood, M.D., Wells, E.M., Rice, G., & Linkov, I. (2019). Quantifying and mapping resilience within large organizations. *Omega*, 87, 117–126.

Yan, B., Li, Y., Guo, W., & Hua, Y. (2020). High-Accuracy Positioning Based on Pseudo-Ranges: Integrated Difference and Performance Analysis of the Loran System. *Sensors*, 20(16), 4436.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 11/09/2023
Aceitação/Acceptance: 21/11/2023

Formação em Ciber-Resilência, uma Revisão da Literatura

João Pavão[1], Rute Bastardo[2], Nelson Pacheco Rocha[3]

jpavao@utad.pt; rutebastardo@gmail.com; npr@ua.pt

[1] NESC-TEC, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5000 Vila Real, Portugal

[2] UNIDCOM, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5000 Vila Real, Portugal

[3] IEETA, Universidade de Aveiro, Campo de Santiago, 3810 Aveiro, Portugal

Pages: 372-385

Resumo: A revisão apresentada neste artigo teve como objetivo sistematizar o estado da arte da formação em ciber-resiliência. Foi realizada uma pesquisa eletrónica na Web of Science, Scopus e IEEE Xplore e 16 estudos foram incluídos na revisão após o processo de seleção. Os estudos propuseram recomendações curriculares, cursos de ciber-resiliência, e plataformas de aprendizagem e de simulação para exercícios práticos. A investigação sobre o tema ainda é escassa e fragmentada e falta um entendimento comum sobre estratégias, conteúdos, competências, resultados de aprendizagem, e exercícios de programas de formação em ciber-resiliência, bem como sobre indicadores adequados para avaliar a eficácia destes programas.

Palavras-chave: Ciber-Resiliência; Formação; Revisão da Literatura.

Training in Cyber Resilience, a Literature Review

Abstract: The review presented in this article aimed to systematize the state-of-the-art in cyber resilience training. An electronic search was conducted on Web of Science, Scopus, and IEEE Xplore, and 16 studies were included in the review after the selection process. These studies proposed curriculum recommendations, cyber resilience courses, and learning and simulation platforms for hands-on exercises. Research on the topic is still scarce and fragmented and there is a lack of a common understanding of strategies, contents, competences, learning outcomes, and exercises of cyber resilience training programs, as well as of adequate indicators to assess the effectiveness of these programs.

Keywords: Cyber Resilience; Training; Literature Review.

1. Introdução

A procura sustentada de profissionais qualificados em cibersegurança não apenas realçou a importância dos programas de formação e certificação especializados, mas também trouxe o reconhecimento da cibersegurança como uma disciplina académica formal, tal como é evidenciado por inúmeros programas de pós-graduação na área (Raj & Parrish, 2018). Assumindo a necessidade de uma compreensão comum dos conhecimentos e competências necessárias aos especialistas em cibersegurança (Raj & Parrish, 2018), é possível identificar esforços visando definir orientações para a formação em cibersegurança. Por exemplo, a National Initiative for Cybersecurity Education pretende caraterizar as funções e competências de cibersegurança para ajudar as organizações a planear e desenvolver os seus recursos humanos de uma forma eficaz (Newhouse, Keith, Scribner & Witte, 2017). Por sua vez, outras organizações (e.g., National Centers of Academic Excellence, o Cyber Security Excellence Centre Joint Task Force (Burley et al., 2017) e o Accreditation Criteria for Cybersecurity (Greenlaw, Phillips & Parrish, 2014) of the Accreditation Board for Engineering and Technology) têm-se esforçado por definir normas para a formação académica (Raj & Parrish, 2018). Além disso, na literatura científica (e.g., (Bishop et al., 2017; Santos, Pereira & Mendes, 2017; Trilling, 2018; Wang, Yang & Wan, 2020)) é possível identificar orientações curriculares de cibersegurança.

A formação em cibersegurança visa o desenvolvimento de conhecimentos e competências adequadas à implementação de medidas para prevenir e mitigar ameaças cibernéticas. No entanto, as medidas de cibersegurança, independentemente da sua complexidade e completude, não garantem a segurança total de um determinado recurso digital. Consequentemente, existe sempre uma margem de risco, que deve ser devidamente avaliada para identificar ameaças, prever consequências e planear mecanismos de recuperação. Nesse contexto, a ciber-resiliência está relacionada com a capacidade de um sistema continuar a funcionar como previsto, apesar da ocorrência de ataques cibernéticos ou outros eventos adversos, tais como desastres naturais (Barker & Dang, 2016). Tal significa que a ciber-resiliência tem um foco mais amplo do que a cibersegurança, pois visa garantir que sistemas atacados possam resistir e recuperar de interrupções.

Ciber-resiliência e cibersegurança são conceitos relacionados no domínio da segurança de sistemas ciberfísicos, e, apesar de serem distintos, muitas vezes são usados de forma intercambiável ou confundidos entre si (Ramirez & Choucri, 2016). Dado que a ciber-resiliência requer uma abordagem holística, os especialistas em ciber-resiliência devem ter conhecimentos e competências necessariamente diferentes daqueles que são exclusivamente focados em cibersegurança.

Considerando os programas de formação em cibersegurança, existem revisões da literatura (e.g., (Chowdhury & Gkioulos, 2021)) para estabelecer o seu estado atual. Uma vez que, tanto quanto é do conhecimento dos autores, não existem revisões da literatura científica sobre o tema da formação em ciber-resiliência, este artigo apresenta uma revisão que teve como objetivo sintetizar estudos atuais sobre o tema.

2. Métodos

O protocolo de revisão seguiu o estabelecido pela Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman & Prisma Group, 2010) e definiu os métodos a serem usados e as etapas a serem seguidas: (i) estratégias de pesquisa; (ii) critérios de inclusão e exclusão; (iii) procedimentos de seleção; e (iv) síntese e reporte.

2.1. Estratégia de Pesquisa

Em termos de bases de dados de pesquisa, foram consideradas a Web of Science e a Scopus por serem as duas principais bases de dados multidisciplinares existentes. Além disso, a IEEE Xplore também foi selecionada, dado que é importante entre os investigadores de domínios relacionados com a ciência da computação.

As expressões de pesquisa booleanas foram elaboradas para incluir todos os artigos que apresentassem nos seus títulos, resumos ou palavras-chave variantes da expressão 'cybersecurity' (e.g., 'cyber-security') juntamente com variantes da expressão 'cyber-resilience' (e.g., 'cyber resilience'). Palavras-chave referentes a expressões como 'education' ou 'training' não foram introduzidas, porquanto os autores procuraram realizar uma pesquisa ampla para otimizar a identificação de referências relacionadas com a ciber-resiliência e posteriormente, através de inspeção manual, identificar aquelas referências que estavam focadas na formação.

2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

A Tabela 1 apresenta os critérios de inclusão e exclusão.

2.3. Procedimentos de Seleção

A seleção dos artigos a serem incluídos foi realizada de acordo com as seguintes etapas: (i) primeira etapa - os autores removeram as referências duplicadas, as referências de estudos secundários, as referências sem resumo ou autores e as referências não publicadas em inglês; (ii) segunda etapa os autores analisaram a relevância de todos os títulos e resumos e aqueles que não satisfizeram os critérios de inclusão e exclusão foram removidos; (iii) terceira etapa os autores analisaram o texto completo das restantes referências considerando os critérios de inclusão e exclusão para obterem a lista dos estudos a serem incluídos na revisão.

Inclusão	Exclusão
Referências focadas em programas de formação que incluem a ciber-resiliência.	Referências que não abordam programas de formação em ciber-resiliência.
Referências em inglês que foram objeto de revisão pelos pares.	Referências noutras línguas que não o inglês ou que não foram objeto de revisão pelos pares.
Referências que reportam estudos primários.	Referências que não reportam estudos primários.
Referências de artigos com o texto completo.	Referências de resumos ou pósteres.

Inclusão	Exclusão
Referências publicadas antes de 31 de dezembro de 2022.	Referências publicadas após 31 de dezembro de 2022.
Referências cujos textos completos estão disponíveis.	Referências cujos textos completos não estão disponíveis.

Tabela 1 – Critérios de inclusão e exclusão

2.4.Síntese e Reporte

Considerando os dados demográficos, os autores elaboraram uma síntese das características dos estudos incluídos, considerando (i) o número de estudos publicados em revistas científicas, atas de conferências ou como capítulos de livro; (ii) a distribuição dos estudos por anos de publicação; e (iii) a distribuição geográfica dos estudos de acordo com a afiliação do primeiro autor. Para categorizar os propósitos dos estudos, os artigos incluídos foram analisados para criar uma lista preliminar de categorias, que posteriormente foi refinada por análises posteriores. Essa categorização foi discutida em grupo e depois usada para apoiar a síntese narrativa dos propósitos dos estudos incluídos.

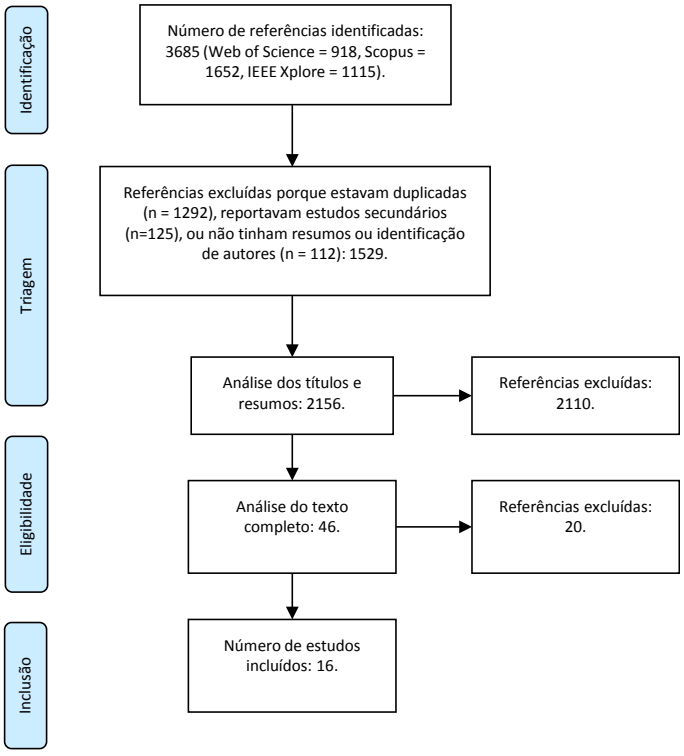


Figura 1 – Diagrama de fluxo PRISMA da revisão

3. Resultados

A pesquisa eletrónica da literatura foi realizada na primeira semana de janeiro de 2023 e teve como objetivo incluir artigos publicados antes de 31 de dezembro de 2022. Um total de 3685 referências foram identificadas: (i) 918 da Web of Science; (ii) 1652 da Scopus; e (iii) 1115 da IEEE Xplore.

3.1. Processo de Seleção

A Figura 1 apresenta o diagrama de fluxo PRISMA da revisão, que inclui os resultados das diferentes etapas dos procedimentos de seleção.

Após a terceira etapa (i.e., a análise do texto completo), dezasseis estudos foram incluídos nesta revisão (Tabela 2).

3.2. Características Demográficas

Quanto aos tipos de publicação, um estudo (AlDaajeh et al, 2022) foi publicado numa revista científica e outro (Aaltola, 2021) foi publicado como capítulo de livro. Todos os outros estudos foram publicados em atas de conferências.

Em relação aos anos de publicação, o primeiro estudo foi publicado em 2016 e mais de metade dos estudos incluídos foram publicados no período 2020-2022.Tabela 2 – Estudos incluídos na revisão

Referência	Título
(Patterson, Winston & Fleming, 2016)	Behavioral cybersecurity: a needed aspect of the security curriculum
(Brilingaitė, Bukauskas & Kutka, 2017)	Development of an educational platform for cyber defence training
(Oliver & Haney, 2017)	Preparing the next cyber-resilient workforce through cross-pollination education
(Subaşu, Roşu & Bădoi, 2017)	Modeling and simulation architecture for training in cyber defence education
(Rajamäki, 2018)	Industry-university collaboration on IoT cyber security education: Academic course: “Resilience of Internet of Things and cyber-physical systems”
(Rajamäki, Nevmerzhitskaya & Virág, 2018)	Cybersecurity education and training in hospitals: Proactive resilience educational framework (Prosilience EF)
(Rajamäki & Ruoslahti, 2018)	Educational competences with regard to critical infrastructure protection
(Leitner et al., 2020)	AIT cyber range: flexible cyber security environment for exercises, training and research
(Aaltola, 2021)	Empirical study on cyber range capabilities, interactions and learning features
(Diakoumakos, Chaskos, Kolokotronis & Lepouras, 2021)	Cyber-range federation and cyber-security games: a gamification scoring model

Referência	Título
(Lemeshko, Yeremenko, Yevdokymenko, Kuzminykh & Mersin, 2021)	Development of virtual laboratories and innovative cybersecurity courses for distance learning
(Lunn, Ross & Liu, 2021)	Cybersecurity integration: deploying critical infrastructure security and resilience topics into the undergraduate curriculum
(Moore, Fulton, Mancuso, Amador & Likarish, 2021)	A layered model for building cyber defense training capacity
(Murino et al., 2021)	OT cyber security frameworks comparison tool (CSFCTool)
(AlDaajeh et al, 2022)	The role of national cybersecurity strategies on the improvement of cybersecurity education
(Gafic, Tjoa, Kieseberg, Hellwig & Quirchmayr, 2022)	Cyber exercises in computer science education

Tabela 2 – Estudos incluídos na revisão

Analisando a distribuição dos estudos incluídos por áreas geográficas, a Europa apresenta a maior contribuição (i.e., 11 estudos), seguida da América do Norte (i.e., quatro estudos dos Estados Unidos da América (Patterson et al., 2016; Oliver & Haney, 2017; Lunn et al., 2021; Moore et al., 2021)). Considerando as restantes regiões do mundo, apenas a Ásia tem uma contribuição residual (i.e., um estudo dos Emirados Árabes Unidos (AlDaajeh et al, 2022)). Entre os países europeus, a Finlândia tem a maior contribuição (i.e., quatro estudos (Rajamäki et al., 2018; Rajamäki & Ruoslahti, 2018; Rajamäki, 2018; Aaltola, 2021), três deles do mesmo grupo de investigação (Rajamäki et al., 2018; Rajamäki & Ruoslahti, 2018; Rajamäki, 2018)), seguida da Áustria com dois estudos (Leitner et al., 2020; Gafic et al., 2022). Além disso, Grécia (Diakoumakos et al., 2021), Itália (Murino et al., 2021), Lituânia (Brilingaitė et al., 2017), Roménia (Subaşu et al., 2017) e Ucrânia (Lemeshko et al., 2021) contribuíram com um estudo cada.

3.3. Propósitos

Foram identificados quatro propósitos diferentes: (i) recomendações curriculares (Rajamäki & Ruoslahti, 2018; AlDaajeh et al, 2022; Gafic et al., 2022); (ii) cursos de ciber-resiliência (Patterson et al., 2016; Oliver & Haney, 2017; Rajamäki, 2018; Lunn et al., 2021); (iii) plataformas de aprendizagem (Rajamäki et al., 2018; Lemeshko et al., 2021; Murino et al., 2021); e (iv) plataformas de simulação (Brilingaitė et al., 2017; Subaşu et al., 2017; Leitner et al., 2020; Aaltola, 2021; Diakoumakos et al., 2021; Moore et al., 2021).

Recomendações Curriculares

Com base numa revisão de dezasseis projetos de investigação e desenvolvimento de sete áreas diferentes (i.e., fornecimento de energia, infraestruturas de informação e comunicação, transporte aéreo, transporte rodoviário, finanças, abastecimento de alimentos e casas inteligentes) Rajamäki e Ruoslahti (2018) consideraram que os programas de ensino superior que abordam a ciber-resiliência devem prever a aquisição de conhecimentos e competências que permitam uma colaboração efetiva para responder

a distúrbios. Ou seja, para além de conhecimentos tecnológicos (e.g., desenvolvimento de software ou sistemas de controlo dinâmico) e não tecnológicos (e.g., legislação ou regras e restrições relacionados com os domínios de aplicação), são também necessários conhecimentos de ciências sociais, tais como teorias económicas, competências cognitivas humanas, motivação, personalidade, comportamentos sociais ou de grupo, ou competências práticas para promover a interoperabilidade entre organizações e entender como construir e manter uma consciência situacional compartilhada (Rajamäki & Ruoslahti, 2018). Além disso, o ensino e o desenvolvimento devem estar interligados, o que significa que devem ser adotados modelos como aprender desenvolvendo para integrar conhecimentos relativos a sistemas ciberfísicos e infraestruturas críticas (Rajamäki & Ruoslahti, 2018).

Por sua vez, Gafic et al. (2022) propuseram uma abordagem de cinco etapas (i.e., transferência de conhecimento, formação de grupo, planeamento, condução e avaliação) para organizar exercícios que simulem incidentes de cibersegurança. Além disso, os autores identificaram os seguintes resultados de aprendizagem (Gafic et al., 2022): (i) os estudantes compreendem as ameaças atuais e são capazes de modelar ameaças; (ii) os estudantes são capazes de derivar os objetivos do exercício a partir de uma tarefa e criar um cenário de aplicação adequado; (iii) os estudantes são capazes de refinar o cenário de alto nível numa lista de eventos; (iv) os estudantes distribuem os papéis e responsabilidades de acordo com os pontos fortes e fracos dos membros da equipa; (v) os estudantes são capazes de gerir e executar um exercício cibernético; e (vi) os estudantes são capazes de selecionar critérios de avaliação e aplicá-los para propor recomendações e melhorias.

Finalmente, AlDaajeh et al. (2022), com base na análise dos programas de ensino superior existentes e da National Initiative for Cybersecurity Education, identificaram objetivos estratégicos (i.e., desenvolvimento de infraestrutura e serviços digitais e de tecnologia da informação seguros, defesa contra ameaças cibernéticas sofisticadas e promoção da consciencialização sobre cibersegurança) para proporem seis resultados de aprendizagem: (i) aplicar conhecimentos de segurança da informação e estratégias e padrões de segurança eficazes; (ii) conceber soluções de segurança eficazes com base em requisitos pré-definidos; (iii) avaliar em profundidade os sistemas de segurança empresarial; (iv) executar trabalho de projeto ou investigação de forma ética que contribua significativamente para a disciplina de segurança da informação; (v) demonstrar competências avançadas de comunicação oral e escrita; e (vi) analisar conceitos, modelos, técnicas e soluções de segurança da informação emergentes de forma crítica.

Cursos de Ciber-Resiliência

Patterson et al. (2016) consideraram que, em geral, os cursos de graduação em ciência da computação têm pouca ênfase nas questões comportamentais envolvidas nos eventos de cibersegurança. Segundo os autores (Patterson et al., 2016), a segurança efetiva não depende apenas da força de uma solução técnica, mas também da fragilidade do comportamento humano, o que compromete as abordagens técnicas. Para superar tais dificuldades, a Howard University introduziu um curso de cibersegurança comportamental para permitir que os estudantes obtenham conhecimentos sobre motivação, personalidade, comportamento e outras teorias que são abordadas principalmente em psicologia e ciências comportamentais (Patterson et al., 2016).

Por sua vez, Oliver e Haney (2017) argumentaram que a formação de especialistas em ciber-resiliência deve incluir o fluxo de ideias entre disciplinas, misturando estudantes de uma disciplina com os de outra e incentivando-os a compartilhar conhecimentos e experiências. Com base nessa suposição, os autores (Oliver & Haney, 2017) criaram um curso de resiliência de infraestruturas críticas que inclui módulos de análise e gestão de risco, um módulo operacional de uma disciplina de engenharia à escolha e pelo menos um módulo técnico de cibersegurança.

Rajamäki (2018) apresentou um exemplo de um programa educacional baseado na colaboração indústria-universidade. Os dados produzidos durante a colaboração foram analisados e comparados com a literatura para determinar quais as competências necessárias. Um atributo relevante dos programas de formação é sua natureza multifacetada, sintetizando assuntos técnicos ou sociais e integrando formação, investigação e desenvolvimento. Nesse sentido, projetos orientados para a indústria com supervisores da indústria podem ajudar os estudantes a obterem resultados mais concretos, tanto sob o ponto de vista educacional quanto o de investigação e desenvolvimento (Rajamäki, 2018).

Lunn et al. (2021) apresentaram uma abordagem para incluir módulos de resiliência e segurança de infraestruturas críticas num curso de graduação existente. Os autores (Lunn et al., 2021) também apresentaram os resultados de investigação pré e pós-módulos para avaliar a eficácia destes ao longo de três semestres. Entre os achados, os autores (Lunn et al., 2021) constataram que alguns tópicos e atividades não aumentaram o interesse dos estudantes, nem a sua à-vontade em realizá-los, enquanto outros aumentaram significativamente a confiança dos estudantes em empreender e obter sucesso na exploração de vulnerabilidades de software existente, bem como na implementação de protocolos seguros para comunicar dados (Lunn et al., 2021).

Plataformas de Aprendizagem

Murino et al. (2021) focaram-se em apoiar a implementação de recomendações da National Framework for Cybersecurity and Data Protection entre pequenas e médias empresas. Para tal, os autores (Murino et al., 2021) propuseram uma plataforma de aprendizagem com o intuito de: (i) disponibilizar uma ferramenta automática de consulta capaz de proporcionar escolhas baseadas numa seleção de documentos em constante atualização; (ii) apontar as diferenças de requisitos de segurança entre ambientes de tecnologias de informação e ambientes baseados noutras tecnologias; e (iii) fornecer suporte de autoaprendizagem, tanto a nível académico como empresarial, de forma a disseminar competências e boas práticas.

Por sua vez, a plataforma de aprendizagem proposta por Rajamäki et al. (2018) visa apoiar o desenvolvimento e implementação de programas de formação multilateral relacionados com a ciber-resiliência e a cibersegurança em hospitais. No entanto, os autores (Rajamäki et al., 2018) apenas relataram trabalho em curso.

Finalmente, Lemeshko et al. (2021) apresentaram o Cybersecurity Virtual Laboratory for Distance Learning que pretende aumentar a conscientização sobre as políticas de cibersegurança e melhorar a qualidade dos programas de ensino superior. Dois cursos (i.e., melhores práticas na estratégia de ciber-resiliência e melhores práticas para

Internet of Things e infraestruturas inteligentes) foram apresentados como exemplos da utilização do laboratório virtual.

Plataformas de Simulação

Aaltola (2021) defendeu a importância das plataformas de simulação para o desenvolvimento de competências capazes de ultrapassarem os desafios colocados pelas vulnerabilidades informáticas e reportou os resultados de um inquérito envolvendo 49 inquiridos. O inquérito teve como objetivo contribuir para o entendimento das interações, capacidades e recursos de aprendizagem das plataformas de simulação atuais. Os inquiridos identificaram que as plataformas de simulação podem ser baseadas tanto em ferramentas personalizadas quanto em ferramentas de virtualização comercial (e.g., VirtualBox, Vmware, OpenStack ou Ansible Packer). Adicionalmente, os inquiridos detalharam cenários de diferentes setores de negócios, tais como finanças, infraestruturas críticas, cadeias de abastecimento, cuidados de saúde ou desenvolvimento de software. Na análise das capacidades técnicas das plataformas, destacaram-se as simulações de respostas a ataques. Finalmente, em termos de avaliação, foram identificadas diversas atividades, incluindo debriefings e feedback com base nos dados coletados durante a formação. O autor (Aaltola, 2021) concluiu que, atualmente, as plataformas de simulação são mais adequadas para uma formação complementar e para a disponibilização de recursos educacionais, e menos como um substituto para a aprendizagem experiencial da vida real.

Subasu et al. (2017) apresentaram uma arquitetura para uma plataforma de simulação com o objetivo de providenciar formação eficaz, focar questões especializadas e suportar atividades práticas. A plataforma foi pensada para permitir o teste e avaliação de competências por meio de exercícios pré-estabelecidos, monitorização e registo do desempenho dos participantes, bem como análise e avaliação das suas ações.

Leitner et al. (2020) apresentaram uma plataforma de simulação projetada com base em vários princípios, tais como escalabilidade, flexibilidade e utilização de tecnologias de código aberto. Os autores (Leitner et al., 2020) descreveram os blocos da arquitetura e demonstraram a sua implementação através de três casos de uso: (i) exercícios cibernéticos; (ii) formação; e (iii) investigação e desenvolvimento.

Brilingaitė et al. (2017) propuseram uma plataforma para simular possíveis ataques a infraestruturas para testes de cenários de defesa. A plataforma pretende disponibilizar um ambiente de gamificação para ajudar a comunidade cibernética a desenvolver e avaliar competências adequadas, tanto individualmente quanto em equipa, em termos de pensamento, padrões comportamentais e possibilidades técnicas dos invasores. Os autores (Brilingaitė et al., 2017) concluíram sobre as vantagens das estratégias de gamificação em termos de curva de aprendizagem e satisfação dos estudantes mais avançados.

Moore et al. (2021) apresentaram um modelo em camadas para suportar formação progressiva. Uma plataforma de simulação baseada no modelo proposto e em estratégias de gamificação foi usada para apoiar aulas, exercícios práticos, competições cibernéticas e programas de investigação de pós-graduação.

Diakoumakos et al. (2021) apresentaram as funções de avaliação e pontuação de uma plataforma de simulação para providenciar formação prática sob a forma de exercícios abrangentes realizados em simulações realistas de ambientes complexos. O modelo de pontuação foi desenhado para ser agnóstico em relação à fonte de informação (i.e., uma plataforma de simulação ou uma variedade de plataformas de simulação diferentes fazendo parte de um ambiente federado) e baseia-se em métricas pré-especificadas para serem incluídas nos arquivos de descrição de cenários e recuperadas pelo módulo de pontuação após os estudantes concluírem as suas tarefas. Os resultados de todas as tarefas realizadas são agregados para a determinação da pontuação geral, que é normalizada e apresentada ao estudante (Diakoumakos et al., 2021).

4. Discussão

As características demográficas dos estudos incluídos demonstram que a investigação científica relacionada com a formação em ciber-resiliência é relativamente recente e está a aumentar. Além disso, é de referir que apenas um dos estudos foi publicado numa revista científica, tendo sido a maioria dos estudos publicados em atas de conferências.

Os estudos incluídos convergem no interesse de complementar o conhecimento de cibersegurança com outros assuntos tecnológicos (e.g., desenvolvimento de software, sistemas de controlo dinâmico (Rajamäki & Ruoslahti, 2018)) e não tecnológicos, incluindo legislação, regras e restrições dos domínios de aplicação (Rajamäki & Ruoslahti, 2018) e ciências sociais (e.g., teorias económicas, competências cognitivas humanas, motivação, personalidade, teorias do comportamento, incluindo comportamentos sociais ou de grupo (Patterson et al., 2016; Rajamäki & Ruoslahti, 2018)).

No entanto, estes assuntos complementares não foram devidamente especificados, o que implica a necessidades de informação adicional para que seja possível replicar as experiências formativas reportadas.

A análise dos estudos incluídos também aponta para a necessidade de desenvolver competências práticas para uma correta compreensão das ameaças (Rajamäki & Ruoslahti, 2018), para uma colaboração efetiva entre organizações distintas (Rajamäki & Ruoslahti, 2018) e para promover o envolvimento de diferentes atores, que podem ter objetivos e entendimentos multifacetados (Rajamäki et al., 2018). Para isso, diversas estratégias podem ser utilizadas, tais como aprendizagem multilateral (Oliver & Haney, 2017), aprendizagem baseado em desenvolvimento, colaboração orientada para a indústria, e integração de formação, investigação e desenvolvimento (Rajamäki, 2018; Rajamäki & Ruoslahti, 2018).

Analisando os dois estudos (AlDaajeh et al, 2022; Gafic et al., 2022) que sistematizaram os resultados de aprendizagem de dois cursos de ciber-resiliência, parece que não há acordo sobre o conteúdo e os objetivos destes cursos. Enquanto Gafic et al. (2022) focaram-se principalmente na modelação de ameaças, desenvolvimento de cenários e gestão de exercícios cibernéticos, AlDaajeh et al. (2022) concentraram-se na aplicação de conhecimentos em segurança de informação e na implementação e validação de sistemas de informação. No entanto, apesar destas diferenças, ambos os cursos consideraram

competências complementares, nomeadamente colaboração e gestão de equipas (e.g., competências de comunicação ou atribuição de funções e responsabilidades com base nos pontos fortes dos membros da equipa) (AlDaajeh et al, 2022; Gafic et al., 2022).

A revisão também demonstra que as plataformas tecnológicas desempenham um papel importante no suporte à formação em ciber-resiliência, nomeadamente no fornecimento de conteúdo técnico (Rajamäki et al., 2018; Lemeshko et al., 2021; Murino et al., 2021) ou no suporte de aquisição de experiência prática por meio da simulação de cenários da vida real de alta-fidelidade (Brilingaitė et al., 2017; Subaşu et al., 2017; Leitner et al., 2020; Aaltola, 2021; Moore et al., 2021). As plataformas de simulação são preferencialmente escolhidas em relação a outras opções para a realização de exercícios práticos. No entanto, embora as plataformas de simulação sejam adequadas para formação complementar, não devem ser consideradas como substitutas de outras estratégias (Aaltola, 2021).

As plataformas de simulação propostas por dois estudos (Brilingaitė et al., 2017; Moore et al., 2021) são suportadas por estratégias de gamificação. De acordo com Brilingaitė et al. (2017) as estratégias de gamificação facilitam a curva de aprendizagem dos estudantes, mas os autores não reportaram evidências de tal.

Ao nível da avaliação dos programas de formação, importa referir que os estudos incluídos não reportaram a existência de indicadores capazes de fornecer métricas para medir a eficácia destes programas.

A investigação sobre o tema é um pouco fragmentada e necessita de ser mais sustentada. Considerando os autores dos estudos incluídos, só foi possível identificar um grupo de investigação com mais do que um estudo. Mesmo assim, todos os seus estudos foram publicados no mesmo ano. Além disso, analisando os registos dos autores na Scopus, alguns deles possuem publicações adicionais relacionadas com a cibersegurança, ou mesmo programas de formação em cibersegurança, mas não publicações adicionais relacionadas ao tópico específico desta revisão.

A presente revisão demonstra que a informação disponível em artigos de revisão por pares sobre ciber-resiliência ainda é escassa, uma vez que um pequeno número de estudos foi identificado e incluído. No entanto, muito provavelmente, existem estudos que se concentram na cibersegurança, mas não consideram aspetos relacionados com ciber-resiliência. Adicionalmente, para a revisão não foram considerados documentos como relatórios técnicos ou páginas da web. Estas são algumas das limitações da presente revisão que resultam naturalmente dos métodos utilizados.

5. Conclusão

Devem ser conduzidos estudos mais aprofundados para a consolidação de uma compreensão comum sustentada em termos de programas de formação em ciber-resiliência, incluindo estratégias, conteúdos, competências, resultados de aprendizagem e exercícios. Além disso, tais estudos também devem contribuir para o desenvolvimento de indicadores adequados para determinar a eficácia de tais programas de formação.

Referências

Aaltola, K. (2021). Empirical study on cyber range capabilities, interactions and learning features. In *Digital Transformation, Cyber Security and Resilience of Modern Societies* (pp. 413-428). Springer.

AlDaajeh, S., Saleous, H., Alrabaee, S., Barka, E., Breitinger, F., & Choo, K.K.R. (2022). The role of national cybersecurity strategies on the improvement of cybersecurity education. *Computers & Security*, 119, 102754.

Barker, E., & Dang, Q. (2016). NIST special publication 800-57 part 1, revision 4. *NIST, Tech. Rep*, 16.

Bishop, M., Burley, D., Buck, S., Ekstrom, J.J., Futcher, L., Gibson, D., Hawthorne, E., Kaza, S., Levy, Y., Mattord, H. & Parrish, A. (2017). Cybersecurity curricular guidelines. In *Proceedings of Information Security Education for a Global Digital Society: 10th IFIP WG 11.8 World Conference*, (pp. 3-13). Springer.

Brilingaitė, A., Bukauskas, L., & Kutka, E. (2017). Development of an educational platform for cyber defence training. In *Proceedings of the European Conference on Cyber Warfare and Security* (pp. 73-81). Academic Conferences International Limited.

Burley, D., Bishop, M., Kaza, S., Gibson, D.S., Hawthorne, E., & Buck, S. (2017). ACM Joint Task Force on Cybersecurity Education. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 683-684). ACM.

Chowdhury, N., & Gkioulos, V. (2021). Cyber security training for critical infrastructure protection: A literature review. *Computer Science Review*, 40, 100361.

Diakoumakos, J., Chaskos, E., Kolokotronis, N., & Lepouras, G. (2021). Cyber-range federation and cyber-security games: a gamification scoring model. In *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Cyber Security and Resilience (CSR)* (pp. 186-191). IEEE.

Gafic, M., Tjoa, S., Kieseberg, P., Hellwig, O., & Quirchmayr, G. (2022). Cyber Exercises in Computer Science Education. In *Proceedings of the 8th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP 2022)* (pp. 404-411). Scitepress.

Greenlaw, R., Phillips, A., & Parrish, A. (2014). Is it time for ABET cybersecurity criteria?. *ACM Inroads*, 5(3), 44-48.

Leitner, M., Frank, M., Hotwagner, W., Langner, G., Maurhart, O., Pahi, T., et al. (2020). AIT cyber range: flexible cyber security environment for exercises, training and research. In *Proceedings of the 2020 European Interdisciplinary Cybersecurity Conference* (pp. 1-6). ACM.

Lemeshko, O., Yeremenko, O., Yevdokymenko, M., Kuzminykh, I., & Mersni, A. (2021). Development of Virtual Laboratories and Innovative Cybersecurity Courses for Distance Learning. *Proceedings of the Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems II*, vol. 2 (pp. 98-107). CEUR.

Lunn, S., Ross, M., & Liu, J. (2021). Cybersecurity Integration: Deploying Critical Infrastructure Security and Resilience Topics into the Undergraduate Curriculum. In *Proceedings of the International Conference on Computational Science and Computational Intelligence* (pp. 866-871). IEEE.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., & Prisma Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery*, 8(5), 336-341.

Moore, E.L., Fulton, S.P., Mancuso, R.A., Amador, T.K., & Likarish, D.M. (2021). A Layered Model for Building Cyber Defense Training Capacity. In *Proceedings of the IFIP World Conference on Information Security Education* (pp. 64-80). Springer.

Murino, G., Ribaudo, M., Romano, S. P., Tacchella, A., Armando, A., & Colajanni, M. (2021). OT Cyber Security Frameworks Comparison Tool (CSFCTool). In *Proceedings of Italian Conference on Cybersecurity* (pp. 9-22). CEUR.

Newhouse, W., Keith, S., Scribner, B., & Witte, G. (2017). National initiative for cybersecurity education (NICE) cybersecurity workforce framework. *NIST special publication*, 800(2017), 181.

Oliver, D., & Haney, M. (2017). Preparing the next cyber-resilient workforce through cross-pollination education. In *Proceedings of the 2017 Resilience Week (RWS)* (pp. 44-49). IEEE.

Patterson, W., Winston, C.E., & Fleming, L. (2016). Behavioral cybersecurity: a needed aspect of the security curriculum. In *SoutheastCon 2016* (pp. 1-7). IEEE.

Raj, R.K., & Parrish, A. (2018). Toward standards in undergraduate cybersecurity education in 2018. *Computer*, 51(2), 72-75.

Rajamäki, J. (2018). Industry-university collaboration on IoT cyber security education: Academic course:" Resilience of Internet of Things and cyber-physical systems". In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1969-1977). IEEE.

Rajamäki, J., Nevmerzhitskaya, J., & Virág, C. (2018). Cybersecurity education and training in hospitals: Proactive resilience educational framework (Prosilience EF). In *Proceedings of 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 2042-2046). IEEE.

Rajamäki, J., & Ruoslahti, H. (2018). Educational competences with regard to critical infrastructure protection. In *Proceedings of the 17th European Conference on Cyber Warfare and Security* (pp. 415-423). Academic Conferences and Publishing International Limited.

Ramirez, R., & Choucri, N. (2016). Improving interdisciplinary communication with standardized cyber security terminology: A literature review. *IEEE Access*, 4, 2216-2243.

Santos, H., Pereira, T., & Mendes, I. (2017). Challenges and reflections in designing cyber security curriculum. In *2017 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)* (pp. 47-51). IEEE.

Subaşu, G., Roşu, L., & Bădoi, I. (2017). Modeling and simulation architecture for training in cyber defence education. In *Proceedings of the 9th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)* (pp. 1-4). IEEE.

Trilling, R. (2018). Creating a new academic discipline: Cybersecurity management education. In *Proceedings of the 19th Annual SIG Conference on Information Technology Education* (pp. 78-83). ACM.

Wang, L., Yang, J., & Wan, P.J. (2020). Educational modules and research surveys on critical cybersecurity topics. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 16(9), 1550147720954678.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/09/2023
Aceitação/Acceptance: 05/11/2023

Otimização de Sistemas de Informação de Suporte à Imagiologia de Urgência

Joana Miranda[1], Milton Santos[2], Alexandra Queirós[2], Nelson Pacheco Rocha[2]

joannariipinheiro@gmail.com; mrs@ua.pt; alexandra@ua.pt; npr@ua.pt

[1] Departamento de Ciências Médicas, Universidade de Aveiro, Campo de Santiago, 3810 Aveiro, Portugal

[2] IEETA, Universidade de Aveiro, 3810 Aveiro, Portugal

Pages: 386-400

Resumo: O estudo reportado por este artigo contou com a participação de 65 médicos radiologistas e técnicos de radiologia do serviço de imagiologia de um centro hospitalar português e teve como objetivo a otimização dos sistemas de informação de suporte à imagiologia de urgência. A informação clínica pertinente está dispersa por quatro sistemas diferentes e, no geral, a sua qualidade foi considerada boa, embora fossem identificados alguns campos de informação em falta. Posteriormente foi implementado um protótipo não funcional contemplando cinco interfaces distintas para adicionar os campos de informação considerados em falta, com o qual 30 dos participantes interagiram. Em resultado desta interação, os participantes consideraram adequada a informação complementar disponibilizada, bem como a sua localização, embora reforçassem a necessidade de campos de informação relacionados com procedimentos de proteção. O presente estudo demonstrou ainda a possibilidade de otimização dos sistemas de informação clínica através do envolvimento dos clínicos que os utilizam, nomeadamente recorrendo a métodos formais que permitam a auscultação das suas opiniões e sugestões.

Palavras-chave: Imagiologia de urgência, Sistemas de informação, Adequação da informação.

Optimization of the Information Systems Supporting Emergency Medical Imaging

Abstract: The study reported in this article involved the participation of 65 radiologists and radiographers from the imaging service of a Portuguese hospital center and aimed to optimize the information systems supporting emergency medical imaging. Relevant information is dispersed across four different systems and, overall, the quality of information was found to be good, although some missing information fields were identified. Later, a non-functional prototype was implemented, contemplating five different interfaces to add the information fields considered to be missing, with which 30 of the participants interacted. As a result of this interaction, the participants considered that the complimentary information that was provided as adequate, as well as its location, although they reinforced the need for information fields related to protection procedures. The present study also

demonstrated the possibility of optimizing clinical information systems through the involvement of clinicians who use them, namely using formal methods that allow listening to their opinions and suggestions.

Keywords: *Emergency imaging, Information systems, Information adequacy.*

1. Introdução

A necessidade de assegurar cuidados de saúde com qualidade, em paralelo com uma gestão eficiente dos recursos disponíveis, tornou-se um propósito atual dos sistemas de saúde devido às diferentes pressões sentidas a nível político, social e económico. São necessários novos modelos organizacionais em saúde que não sacrifiquem a qualidade em prol da otimização de recursos (Santos & Sá, 2010).

Porter e Teisberg (2006) definiram valor em saúde como o resultado em saúde por cada moeda gasta, o que implica que, mais importante do que reduzir a despesa em saúde, deve reduzir-se o desperdício em saúde e acrescentar valor, para se obter mais qualidade com o mesmo investimento (Campos, Saturno & Carneiro, 2010). Neste contexto torna-se fundamental o desenvolvimento e implementação de sistemas de informação capazes de auxiliar tomadas de decisões sustentadas, em todos os níveis dos sistemas de saúde (Grupo Técnico para a Reforma da Organização Interna dos Hospitais, 2010).

As vantagens dos sistemas de informação de suporte aos cuidados de saúde, a complexidade da sua implementação e as suas implicações estruturais nas organizações são já conhecidas (Ngafeeson, 2015). Em particular, é fundamental ter em conta os requisitos dos seus utilizadores, para que os sistemas possam ser otimizados de acordo com as expectativas dos mesmos e responder eficazmente nas situações do seu dia-a-dia profissional, designadamente em termos de informação clínica que é necessário aceder ou registar.

No âmbito da imagiologia, o fluxo clínico exige a partilha de informação entre todos os clínicos envolvidos. Assim, a inexistência ou inadequação da informação disponível pode ter impacto na qualidade dos resultados (Solheim, Storm & Whitney, 2018). No entanto, esta partilha de informação é dificultada pela fragmentação dos sistemas de informação de suporte à prestação de cuidados que são, por vezes, lentos e de difícil utilização, com mecanismos de interação inadequados (Tanioka et al., 2020), ao contrário do que acontece com inúmeros sistemas de informação modernos adaptados às necessidades dos seus utilizadores (Sectra, 2013; Larson, Froehle, Johnson & Towbin, 2014). Neste âmbito, um estudo (Sectra, 2013) envolvendo médicos radiologistas e clínicos requisitantes demonstrou que ambas as partes sentem necessidade de a partilha de informação ser otimizada. Por outro lado, os médicos radiologistas sentem que a comunicação verbal decresceu, talvez devido à expectativa criada de eles serem prestadores de serviço e os clínicos requisitantes consumidores (Sectra, 2013).

Dado que vários estudos relataram grande insatisfação dos clínicos na utilização na interação com os sistemas de informação (Pavão et al., 2018; Gluschkoff et al., 2020; Kaihlanen et al., 2020; Viitanen, Tyllinen, Tynkkynen & Lääveri, 2022), incluindo na área da imagiologia (Farzandipour, Jabali, Nickfarjam & Tadayon, 2021), é necessário perceber como podem ser promovidos processos de melhoria continua desses mesmos sistemas de informação (Fernandes, Santos, Santos & Rocha, 2022). Assim, o objetivo

principal deste estudo é o de averiguar o grau de adequação da informação disponibilizada pelos sistemas de informação que suportam a imagiologia de urgência de um centro hospital de referência português, o Centro Hospitalar de São João (CHSJ) do Porto, e contribuir para a otimização de tais sistemas, através de procedimentos de melhoria contínua envolvendo os médicos radiologistas e os técnicos de radiologia.

2. Métodos

O estudo realizado foi um estudo observacional de natureza exploratória que teve como principal objetivo determinar quais as necessidades de informação clínica dos utentes não satisfeitas pelos atuais sistemas de informação utilizados no âmbito da imagiologia de urgência. Para tal, foi elaborado um protocolo de investigação definindo: i) questões de investigação; ii) participantes; iii) fases e métodos do estudo; e iv) considerações éticas.

2.1. Questões de Investigação

O estudo observacional teve como base as seguintes questões de investigação: i) os atuais sistemas de informação hospitalares permitem a partilha de toda a informação clínica necessária a uma boa prestação de cuidados na área da imagiologia de urgência? ii) é possível otimizar os sistemas de informação para melhorar a partilha de informação clínica no âmbito da imagiologia de urgência?

2.2. Participantes

No estudo participaram médicos radiologistas e técnicos de radiologia do CHSJ que se voluntariaram para o efeito. Em termos de caracterização dos participantes foi realizada uma análise estatística descritiva simples em termos de género, anos de serviços divididos por escalões de cinco anos, categoria profissional (i.e., médico radiologista ou técnico de radiologia) e área de atuação (i.e., Radiologia Convencional - RC, Tomografia Computorizada - TC, Ressonância Magnética - RM, Mamografia - MG, Radiologia de Intervenção - RI, e Ecografia - Eco).

2.3. Fases e Métodos do Estudo

O estudo desenrolou-se em quatro fases:

- Fase 1: Identificação de sistemas de informação relevantes para a imagiologia de urgência implementados no CHSJ.
- Fase 2: Levantamento das necessidades de informação não satisfeitas sentidas pelos médicos radiologistas e técnicos de radiologia no âmbito da imagiologia de urgência.
- Fase 3: Desenvolvimento de um modelo conceptual para a otimização dos sistemas de informação utilizados na imagiologia de urgência.
- Fase 4: Validação do modelo conceptual.

Na Fase 1 identificaram-se os sistemas de informação utilizados para o registo e partilha de informação clínica entre as entidades requisitantes de procedimentos imagiológicos e os médicos radiologistas e técnicos de radiologia do CHSJ, assim como entre estes, por

forma a sistematizar qual a informação que é registada, acedida e partilhada no âmbito da imagiologia de urgência.

Por sua vez, na Fase 2 foi feito um levantamento das necessidades de informação relevante não completamente satisfeitas, através de um questionário especialmente preparado. O questionário foi composto por oito grupos de questões, de seguida discriminados: i) dados demográficos do utente; ii) dados do clínico requisitante; iii) dados da condição atual do utente; iv) dados clínicos; v) dados relativos às dúvidas a esclarecer; vi) dados relativos aos antecedentes clínicos do utente; vii) dados relativos a contraindicações; e viiii) dados a serem transmitidos a outros clínicos.

Cada um dos primeiros sete grupos tinha uma questão para averiguar a adequação da informação disponível (e.g., grupo 1, como considera a informação disponível no que concerne aos dados demográficos do utente?), cuja resposta obedeceu a uma escala de Likert de seis itens. A utilização de seis itens em vez dos habituais cinco deveu-se ao facto tal permitir, em primeiro lugar, a inclusão da opção "Inexistente" e, de seguida, uma melhor discriminação de resultados, como apontado por Chomeya (2010). Adicionalmente, cada um dos oito grupos foi complementado por uma questão que pretendia identificar para o grupo específico quais os campos de informação que era necessário acrescentar. Por exemplo, para o grupo 1, a questão formulada foi a seguinte: Que informação identifica estar em falta e que considera importante o seu registo? Profissão? Habilitações Literárias? Filiação? Outra? Qual?

Finalmente, uma vez identificados os campos de informação adicionais, procurou-se determinar se esses campos existiam num qualquer sistema de informação do ambiente hospitalar.

Na Fase 3 procedeu-se à elaboração de um modelo conceptual que, tendo em consideração os resultados do questionário, pretendia contribuir para otimizar os sistemas de informação utilizados na imagiologia de urgência. Para tal foi utilizada a Unified Modeling Language (UML) na sistematização (i.e., de diagramas de caso de uso, descrição detalhada e diagramas de atividade) de casos de uso relevantes que suportaram a implementação de um protótipo não funcional para ilustrar como poderiam ser colmatadas as necessidades de informação adicional identificadas.

Finalmente, na Fase 4 um subgrupo de participantes utilizou o protótipo não funcional para analisar possíveis alterações a interfaces dos sistemas de informação existentes, em termos de disponibilização de informação. A pertinência das alterações propostas foi avaliada por um segundo questionário contendo, para cada uma das interfaces propostas as seguintes questões:

- No que diz respeito à informação acrescentada à interface considera a sua localização pertinente (sim/não)? Se não, que outra localização sugere?
- Acrescentaria mais alguma informação a esta interface (sim/não)? Se sim, qual?

2.4. Considerações Éticas

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para a Saúde e pelo Conselho de Administração do CHSJ, de acordo com os princípios éticos subjacentes à declaração de Helsínquia, das boas práticas epidemiológicas (International Epidemiological

Association, 2007) e toda a legislação e regulamentação aplicável, designadamente em termos de proteção de dados.

Cada participante antes de se envolver no estudo deu o seu consentimento por escrito, após lhe ter sido entregue a folha de informações com todas as informações relevantes sobre a participação no estudo.

3. Resultados

3.1. Participantes

Sessenta e cinco médicos radiologistas e técnicos de radiologia do CHSJ participaram no presente estudo. Verificou-se um maior número de participantes do género feminino (i.e., 37 participantes a que corresponde uma percentagem de 56.9% dos participantes). No que diz respeito aos anos de atividade profissional, os escalões mais representativos foram os de entre os 5 e os 10 anos, 33.8%, e entre os 10 e os 15 anos, 23.1%. Dividindo amostra entre as classes profissionais médicos radiologistas e técnicos de radiologia verificou-se que 41 dos participantes eram técnicos de radiologia, o que corresponde a 63.1% dos participantes. Finalmente, em termos de atuação em diferentes modalidades imagiológicas, obteve-se o resultado ilustrado na Figura 1. De salientar que 48.8% dos técnicos de radiologia trabalham em duas ou mais modalidades e que todos os médicos radiologistas trabalham em mais que uma modalidade, e que todos trabalham em RC, TC e Eco.

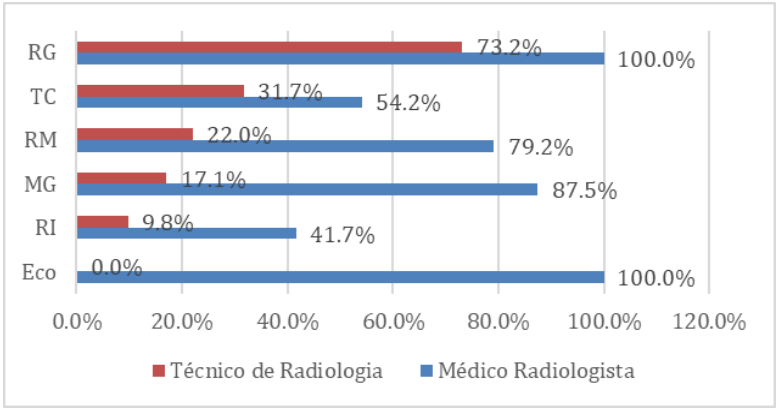


Figura 1 – Distribuição das diferentes modalidades pelas categorias profissionais

3.2. Fase 1

No CHSJ existem vários sistemas de informação distribuídos por vários serviços e departamentos. No que concerne aos procedimentos relacionados com a imagiologia de urgência, são utilizados quatro sistemas de informação distintos: i) o ALERT®-ER (Alert, n.d.), desenvolvido pela ALERT Life Sciences Computing; ii) o SClínico (Ministério da Saúde, n.d.), desenvolvido pelos Serviços Partilhados do Ministério da

Saúde; iii) o jOne (CHSJ, n.d.), desenvolvido a nível interno no CHSJ; e iv) o SiiMa (First, n.d.), desenvolvido pela First Solutions.

O ALERT®-ER permite o registo das informações relativas ao utente que deu entrada na urgência, história atual, sinais vitais, medicação frequente e antecedentes clínicos que podem ser relevantes para a requisição de Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT).

O SClínico prevê a uniformização de procedimentos e normalização da informação registada no âmbito do sistema nacional de saúde português. Permite o acesso a toda a informação relativa ao histórico de um utente (e.g., alergias, análises, diagnósticos de enfermagem, episódios anteriores, exames imagiológicos, medicação, antecedentes ou procedimentos já realizados), bem como o registo de informações relativas ao episódio atual.

O jOne tem como objetivo apoiar as prescrições de MCDT. Os MCDT estão divididos por especialidade/tipo de exame (e.g, radiologia, neurorradiologia, anatomia patológica, cardiologia ou imunohemoterapia). São comuns a todo o tipo de exames as seguintes informações: prioridade de realização, data de realização, informação clínica, meio de transporte e dúvidas a esclarecer. Em alguns exames é necessário o preenchimento de campos adicionais, como é o caso da RM que apresenta um questionário que incide sobre as contraindicações mais frequentes. Adicionalmente, o jOne também apresenta uma lista de protocolos e um conjunto de exames pré-definidos para algumas situações específicas.

O SiiMa é um Radiology Information System (RIS) que pretende auxiliar na gestão de informação administrativa e técnica, cobrindo áreas de gestão de utentes, requisições, agendamentos, execução de MCDT, gestão de consumíveis (e.g., produtos de contraste ou anestesias) e a realização de relatórios. Particularmente em termos de exames requisitados, o SiiMa possibilita o acesso a uma lista de estudos requisitados contendo hora do pedido do MCDT, hora de entrada do utente na sala de espera, nome, idade, origem (e.g., serviço de urgência), número de processo, e número de requisição. Adicionalmente, o SiiMa disponibiliza um resumo da requisição, contendo dados biográficos do utente, dados do clínico requisitante, dados relativos á condição atual do utente e dados relativos a dúvidas a esclarecer assim como qual o meio complementar de diagnóstico que está a ser requisitado.

3.3. Fase 2

A recolha dos dados através do questionário disponibilizado numa plataforma online decorreu durante um período de seis meses e envolveu os 65 participantes. Os resultados relacionados com as questões que tiveram como resposta a escala de Likert de seis itens estão sistematizados na Tabela 1. Por outro lado, a Tabela 2 apresenta os campos de informação adicionais assinalados pelos participantes de acordo com as suas respostas às restantes questões.

Adicionalmente, considerando que os participantes podiam acrescentar sugestões, foi ainda identificada a necessidade dos seguintes campos de informação: género do utente, contacto de um familiar, especialidade do médico requisitantes, indicação se o utente

sofre de doença neurodegenerativa ou de risco de infeção, se teve cirurgias prévias ou é intolerante a determinadas posições, qual o serviço onde o utente está internado, e dados recolhidos durante a realização do exame imagiológico.

Grupo	Inexistente	Insuficiente	Razoável	Boa	Muito boa	Excelente
Dados demográficos do utente	0.0%	1.5%	10.8%	21.5%	40.0%	26.2%
Dados do clínico requisitante	0.0%	10.8%	20.0%	21.5%	35.4%	12.3%
Condição atual do utente	1.5%	27.7%	26.2%	20.0%	23.1%	1.5%
Informação clínica	0.0%	24.6%	26.2%	24.6%	20.0%	4.6%
Dúvidas a esclarecer	12.3%	29.2%	23.1%	20.0%	13.8%	1.5%
Antecedentes clínicos do utente	6.2%	24.6%	15.4%	33.6%	18.5%	1.5%
Contraindicações	7.7%	13.8%	16.9%	6.2%	39.6%	18.5%

Tabela 1 – Frequências obtidas através da escala de Likert para a qualidade de cada um dos grupos de informação

Grupo	Informações que considera pertinente acrescentar			
Dados demográficos do utente	Profissão (52.3%)	Filiação (47.7%)	Habilitações literárias (6.2%)	
Dados do clínico requisitante	Contacto telefónico (70.8%)	Categoria profissional (23.1%)	Número da Ordem dos Médicos (6.2%)	
Condição atual do utente	Grau de colaboração (83.1%)	Deficiência auditiva (83.1%).	Deficiência visual (70.8%)	Tolera ortostatismo (64.6%)
Informação clínica	Realização de estudos prévios (70.8%)	Resultados de estudos prévios (35.4%)		
Dúvidas a esclarecer	Diagnóstico diferencial (73.8%)	Resultados de estudos prévios (35.4%)		
Antecedentes clínicos do utente	Realização de estudos prévios (81.5%)	Imunossupressão (69.2%)	Patologia infetocontagiosa (63.1%)	
Contraindicações	Gravidez (66.2%)	Compatibilidade de pacemakers/stents (46.2%)	Presença de bombas infusoras (35.4%)	Alergias (33.8%)
Informações que considera pertinentes transmitir	Impossibilidades técnicas (93.8%)	Dose absorvida (81.5%)	Grau de colaboração (70.6%)	

Tabela 2 – Informações pertinentes a acrescentar para cada grupo de informação

Uma vez identificados os campos de informação adicional considerados relevantes pelos participantes, procurou-se analisar se esses campos estavam noutros sistemas de informação do ambiente hospitalar. Esta análise permitiu constatar a existência de campos de informação considerados pertinentes que não estão disponíveis em nenhum sistema de informação do ambiente hospitalar: intolerância do utente a posicionamentos específicos; grau de colaboração, dados recolhidos e impossibilidades técnicas durante a realização do exame imagiológico.

Por outro lado, o contacto telefónico do médico requisitante é disponibilizado por sistemas de informação de suporte administrativo, enquanto o sistema de medição de dose disponibiliza a dose absorvida pelo utente. Todos os restantes campos de informação estão disponíveis no SClínico.

3.4. Fase 3

Na Fase 3 utilizou-se a UML para criar casos estudo que permitissem otimizar a disponibilização da informação em falta. Tal permitiu a identificação de cinco casos de estudo que podem complementar os campos de informação em falta através da otimização das interfaces do SiiMa: i) Pesquisar Utente; ii) Consulta Lista de Trabalho; iii) Consulta Resumo de Requisição; iv) Regista Nova Requisição; e v) Validar Requisição.

Os diagramas de casos de uso, a respetivas descrições detalhadas bem como a identificação dos campos de informação em falta (Tabela 3) permitiram a implementação de um protótipo não funcional para ser avaliado pelos participantes. A título exemplificativo a Figura 2 apresenta a interface desenvolvida para o caso de estudo Pesquisa do Utente.

3.5. Fase 4

Na avaliação da simulação utilizando o protótipo não funcional participaram 30 participantes, ou seja 46.2% da amostra inicial. Não foram recolhidas mais respostas na simulação dada a convergência das respostas obtidas. Os resultados obtidos dos questionários estão sistematizados na Tabela 4.

Todos os 30 participantes concordaram com a localização dos campos de informação nas cinco interfaces apresentadas. No geral, mostraram-se satisfeitos com os novos campos de informação disponibilizados. No entanto, 33.0% dos participantes consideraram a necessidade de campos de informação adicionais na interface Consulta Resumo de Requisição e 30.0% dos participantes consideraram a necessidade de informação na interface Consulta Lista de Trabalhos.

Interface Pesquisa Utente	Interface Consulta Lista de Trabalhos
Género	Género
Profissão	Medida de isolamento
Familiar próximo	
Contacto familiar próximo	

Interface Consulta Resumo de Requisição	Interface Registo de Nova Requisição
Especialidade do médico requisitante	Diagnóstico diferencial
Contacto telefónico do médico requisitante	Antecedentes clínicos
Diagnóstico diferencial	Contraindicações
Antecedentes clínicos	Cirurgias prévias
Contraindicações	Grau de colaboração
Cirurgias prévias	Intolerância a posicionamentos
Grau de colaboração	Doenças neurodegenerativas
Intolerância a posicionamentos	Défices visuais e/ou auditivos
Doenças neurodegenerativas	Doenças neurodegenerativas
Défices visuais/auditivos	Défices visuais/auditivos
Medida de isolamento: aéreo, gotícula e/ou contacto	
Níveis de creatinina	
Interface Validar Requisição	
Dose Lenght Product (importado diretamente do sistema de gestão de dose)	
Observações – incluindo grau de colaboração e impossibilidades técnicas	

Tabela 3 – Campos de informação acrescentados e respetivas interfaces

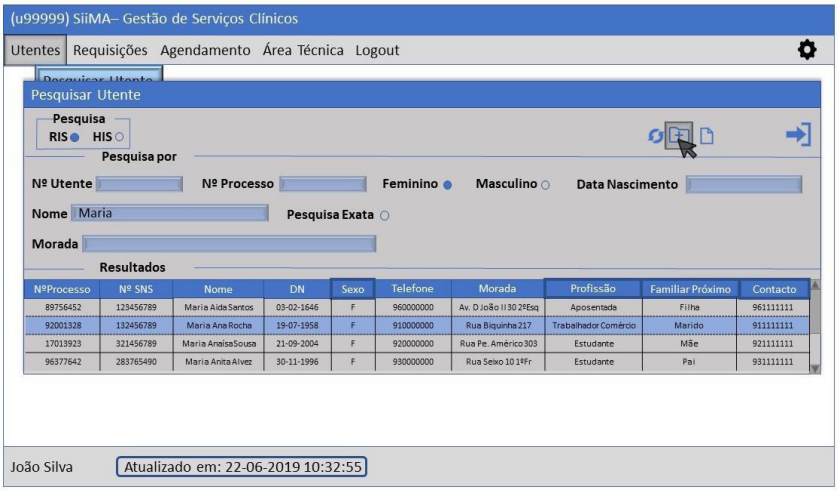


Figura 2 – Interface Pesquisar Utente

Questão	A localização é pertinente? (Sim)	É preciso acrescentar informação adicional? (Sim)
... informação apresentada na interface Pesquisar Utente	100.0%	0.0%
... informação acrescentada na interface Consulta Lista de Trabalhos	100.0%	30.0%
... informação acrescentada na interface Consulta Resumo de Requisição	100.0%	33.3%
... informação acrescentada na interface Nova Requisição	100.0%	0.0%
...informação acrescentada na interface Validar Requisição	100.0%	0.0%

Tabela 4 – Resultados obtidos nos questionários de avaliação do protótipo não funcional

Dentro dos inquiridos que consideraram necessário acrescentar mais informação na interface Resumo de Requisição, as respostas dividiram-se em duas hipóteses, necessidade de medidas de isolamento aéreo (23.3%) e o registo dos níveis de creatinina (10.0%). Por sua vez, relativamente à Consulta Lista de Trabalhos, as respostas dos participantes que indicaram a necessidade de acrescentar mais informação variaram entre limitações do utente (3.3%), medidas de isolamento aéreo, de gotícula ou de contacto (20.0%) e o serviço de origem do utente (6.7%).

4. Discussão

A partir dos resultados deste estudo é possível constatar que existem no CHSJ quatro sistemas de informação de suporte aos procedimentos imagiológicos, quer diretamente – caso do SiiMa – quer indiretamente – caso do SClínico, ALERT®-ER e jOne. No entanto, devido a dificuldades de interligação existem informações que não são partilhadas.

Na verdade, em termos da primeira questão de investigação (i.e., os atuais sistemas de informação hospitalares permitem a partilha de toda a informação clínica necessária a uma boa prestação de cuidados na área da imagiologia de urgência?), a participação de 65 médicos radiologistas e técnicos de radiologia do CHSJ no preenchimento de um inquérito especialmente preparado permitiu concluir que, em geral, a informação presente no diversos sistemas de informação de suporte à imagiologia de urgência é considerada boa, mas existem insuficiências.

Considerando os resultados sistematizados na Tabela 2 acerca dos campos de informação considerados pertinentes a acrescentar nos sistemas de informação de suporte à imagiologia de urgência é possível constatar a diversidade dos campos de informação identificados. O facto de os médicos radiologistas e técnicos de radiologia consideraram as habilitações literárias, a filiação, o género e o contacto de um familiar próximo como campos de informação que devem ser acrescentados pode estar relacionado com diversos fatores, designadamente com a necessidade de adequar o discurso e tipo de comunicação ao utente (e.g., habilitações literárias), à necessidade de contactar um familiar próximo em caso de complicação ou para o esclarecimento de dúvidas (e.g., filiação, contacto de

familiar próximo) e ao aumento do fluxo de utentes de nacionalidades estrangeiras cujos nomes não são familiares e podem induzir em erro a forma de tratamento (e.g., género). Tal pressupõe o entendimento que um bom exercício profissional está dependente de uma boa linha de comunicação com o utente e seus familiares, tal como afirmado por Lundvall, Dahlgren e Wirell (2014).

Por outro lado, os participantes também realçaram a necessidade do contacto telefónico e a especialidade do médico requisitante, para esclarecer alguma dúvida na requisição do exame (i.e., contacto telefónico) ou para conhecer alguns requisitos específicos (i.e., especialidade médica), o que é convergente com a necessidade de facilitar os contactos em caso de dúvidas (Sectra, 2013). Também o diagnóstico diferencial é importante para adaptar as técnicas e procedimentos para o melhor resultado possível, enquanto a localização do utente permite que seja possível contactar o serviço em que o utente se encontra com a maior brevidade possível quer antes, quer após a realização de exames, isto porque num centro hospitalar de grandes dimensões como o CHSJ nem sempre o serviço que realizou o internamento é o serviço onde o utente efetivamente se encontra devido à falta de vagas.

Os participantes consideraram que faltam diversos campos para complementar as informações relativas à condição atual do utente, às dúvidas a esclarecer, à indicação clínica do exame requisitado, ou às contraindicações. A identificação de lacunas na condição atual do utente e dúvidas a esclarecer revela uma preocupação por parte médicos radiologistas de terem disponíveis informação precisa dos utentes de modo a promoverem uma melhor prestação de cuidados, o que vai ao encontro dos resultados dos estudos como o de Lam, Egan e Baird (2004). Adicionalmente, a indicação clínica do exame requisitado é fundamental, quer para a execução técnica do mesmo, quer para a realização do relatório associado (Sectra, 2013). No que diz respeito às contraindicações, é possível contatar que quem executa os exames considera mais fulcral o conhecimento das contraindicações do que quem relata.

A partir da Tabela 2 é ainda possível constatar que os médicos radiologistas e técnicos de radiologia consideraram como pertinente acrescentar campos de informação relativos à realização de estudos prévios e dose acumulada isto porque existe a necessidade de perceber se o estudo que irá ser realizado é um estudo complementar, para esclarecer alguma dúvida que terá surgido noutro exame ou se é o primeiro exame que se está a realizar. A dose acumulada é uma informação importante e de extrema relevância para o cumprimento das medidas de proteção radiológica reguladas pela norma Euratom 2013/59 (Euratom, 2013). Finalmente, também a realização de cirurgias prévias como informação relevante, especialmente em áreas como a TC ou a RM em que material cirúrgico pode causar artefactos ou mesmo pôr em risco a segurança do utente. O facto de o utente estar imunodeprimido foi também referenciado pois estes utentes exigem cuidados de proteção acrescidos dada a sua sensibilidade. De uma forma semelhante, os cuidados a ter no âmbito da RC podem justificar a necessidade de um campo de informação para indicar uma situação de gravidez.

Dado que qualquer exame imagiológico exige o posicionamento dos utentes de diversas formas é importante saber de antemão se algum dos posicionamentos necessários não é tolerado pelo utente para que se possam encontrar alternativas, relativamente à presença de deficiência auditiva e deficiência visual as mesmas são altamente pertinentes

na forma de instruir o utente para a sua colaboração, o grau de colaboração do utente é importante para que seja possível perceber qual o grau de limitação de realização dos exames, muitas vezes em condições não otimizadas, e aqui pelos mesmos motivos incluir a presença de doenças neurodegenerativas que são condicionantes do grau de colaboração. O risco de infeção, referido pelos participantes, é de elevada importância estar descrito para que seja possível os clínicos tomar as devidas medidas de proteção, não só pessoais, mas para a restante população (desinfeção de equipamentos).

Finalmente, os participantes manifestaram uma relativa insatisfação com os dados que são transmitidos após exame. As impossibilidades técnicas foram as mais apontadas pelos participantes, quer por falta de colaboração do utente, quer por falta de recursos técnicos. Os participantes consideraram fundamental a transmissão desta informação para que seja possível ao médico radiologista que relata o exame, ou até ao clínico requisitante perceber a razão de um exame não cumprir todos os critérios de boa realização. Associado às impossibilidades técnicas surge também o grau de colaboração do utente que é fundamental para um exame bem-sucedido. Este grau de colaboração não se sobrepõe ao grau de colaboração anteriormente referido, pois um utente que pode estar calmo no momento da avaliação clínica pode encontrar-se num estado de agitação no momento do exame ou não colaborante com os posicionamentos necessários. Adicionalmente, dados recolhidos durante o exame também são relevantes, uma vez que os utentes podem revelar dados em conversa informal que podem ser pertinentes para a análise do exame como, por exemplo, hábitos tabágicos, frequência de prática desportiva, incidentes anteriores. Finalmente, os participantes consideraram que é pertinente o registo da dose de radiação absorvida aquando da realização dos exames para uma melhor gestão da dose efetiva, permitindo um benchmarking com o preconizado por organizações internacionais como, por exemplo, a Euratom (Euratom, 2013). Também aqui estes resultados vão de encontro aos reportados por outros estudos (e.g., (Sectra, 2013)) quanto à necessidade de tornar a dose de radiação visível como uma estratégia para melhorar a comunicação de resultados.

A sistematização dos resultados dos inquéritos e a definição de cinco casos de estudo utilizando a UML permitiu a implementação de um protótipo não funcional contemplando campos adicionais de informação distribuídos por diversas interfaces. Trinta dos médicos radiologistas e técnicos de radiologia que participaram no estudo utilizaram o protótipo não funcional para realizarem simulações. Tal permitiu analisar detalhadamente possíveis alterações, as quais foram bem aceites pelos participantes. Todos os participantes que realizaram a simulação a consideraram as informações acrescentadas pertinentes e bem localizadas. No entanto, alguns dos participantes manifestaram que alguns campos de informação (i.e., medidas de isolamento aéreo, de gotícula ou de contacto, serviço de origem do utente e limitações do utente) deveriam aparecer em mais do que uma interface. Esta sugestão indica uma clara necessidade de conhecimento acerca da proteção quer do utente, dos clínicos ou até dos equipamentos. Os participantes consideraram que é importante esta informação vigorar em mais do que uma interface para um maior enfoque na proteção. De facto, é de grande relevância o acesso ao historial do utente para perceber que medidas de precaução deve o profissional tomar para proteger o utente e para se proteger a si (Serviço Nacional de Saúde, n.d.).

Considerando a segunda questão de investigação que enquadrou o presente estudo (i.e., é possível otimizar os sistemas de informação para melhorar a partilha de informação clínica no âmbito da imagiologia de urgência), os resultados do estudo indicam que é possível promover a otimização dos sistemas de informação de suporte à imagiologia de urgência através do envolvimento dos médicos radiologistas e técnicos de radiologia que os utilizam.

5. Conclusão

O presente estudo demonstrou que os sistemas de informação de suporte à imagiologia de urgência apresentam lacunas de informação, mas que é possível colmatar tais lacunas. O estudo demonstrou ainda a possibilidade de otimização dos sistemas de informação clínica através do envolvimento dos clínicos que os utilizam, nomeadamente recorrendo a métodos formais que permitam a auscultação das suas opiniões e sugestões.

Tendo em conta a utilização generalizada de sistemas de informação clínica, muitas das vezes em situações cansaço ou de stress, medidas que visem a sua otimização poderão traduzir-se, globalmente, em consideráveis ganhos de eficiência e, acima de tudo, melhores condições de segurança para os utentes e incremento da qualidade dos cuidados prestados. Além disso, os métodos utilizados neste estudo observacional, particularmente o inquérito e a simulação com base num protótipo não funcional, mostraram-se adequados quer para envolver os médicos radiologistas e técnicos de radiologia, quer para detetar questões e aspetos que necessitam de serem melhorados.

Referências

Alert. (n.d.). *Alert: Funcionalidades*. Available from: https://www.alert-online.com/pt/functionalities.

Campos, L., Saturno, P., & Carneiro, A.V. (2010). *Plano Nacional de Saúde 2011-2016: A Qualidade dos Cuidados e dos Serviços*. Ministério da Saúde.

Chomeya, R. (2010). Quality of psychology test between Likert scale 5 and 6 points. *Journal of Social Sciences*, 6(3), 399-403.

CHSJ. (n.d.). *jOne*. Available from: http://portal-chsj.min- saude.pt/pages/417.

Euratom. (2013). *Diretiva 2013/59/Euratom do Conselho, de 5 de dezembro de 2013, que fixa as normas de segurança de base relativas à proteção contra os perigos resultantes da exposição a radiações ionizantes, e que revoga as Diretivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/2. 2013*. Euratom.

Farzandipour, M., Jabali, M.S., Nickfarjam, A.M., & Tadayon, H. (2021). Usability evaluation of selected picture archiving and communication systems at the national level: Analysis of users' viewpoints. *International Journal of Medical Informatics*, 147, 104372.

Fernandes, L., Santos, D., Santos, M., & Rocha, N.P. (2022). How to Improve Emergency Information Systems to Optimize the Care of Acute Stroke. *Procedia Computer Science*, 196, 606-614.

First. (n.d.). *SiiMA - Gestão de Serviços Clínicos*. Available from: http://www.first-global.com/Solucoes/SiiMA.

Gluschkoff, K., Kaipio, J., Hyppönen, H., Vehko, T., Karhe, L., Lääveri, T., Kaihlanen, A., Saranto, K., & Heponiemi, T. (2020). Low system quality and job strain hamper information system benefits in nursing. *European Journal of Public Health*, 30(Supplement 5), V137.

Grupo Técnico para a Reforma da Organização Interna dos Hospitais. (2010). *A Organização Interna e a Governação dos Hospitais*. Ministério da Saúde.

International Epidemiological Association. (2007). *Good epidemiological practice: IEA guidelines for proper conduct of epidemiological research*. International Epidemiological Association.

Kaihlanen, A.M., Gluschkoff, K., Hyppönen, H., Kaipio, J., Puttonen, S., Vehko, T., Saranto, K., Karhe, L., & Heponiemi, T. (2020). The associations of electronic health record usability and user age with stress and cognitive failures among Finnish registered nurses: cross-sectional study. *JMIR Medical Informatics*, 8(11), e23623.

Lam, D., Egan, I., & Baird, M. (2004). The Radiographer's impact on improving clinical decision-making, patient care and patient diagnosis: A pilot study. *Radiographer*, 51(3), 133-137.

Larson, D.B., Froehle, C.M., Johnson, N.D., & Towbin, A.J. (2014). Communication in diagnostic radiology: meeting the challenges of complexity. *American Journal of Roentgenology*, 203(5), 957-964.

Lundvall, L.L., Dahlgren, M.A., & Wirell, S. (2014). Professionals' experiences of imaging in the radiography process–A phenomenological approach. *Radiography*, 20(1), 48-52.

Ministério da Saúde. (n.d.). *SClínico Hospitalar*. Available from: http://spms.min-saude.pt.

Ngafeeson, M.N. (2015). Healthcare information systems opportunities and challenges. In *Encyclopedia of Information Science and Technology*, Third Edition, 3387-3395. IGI Global.

Pavão, J., Bastardo, R., Torres Pereira, L., Oliveira, P., Costa, V., Martins, A.I., Queirós, A., & Rocha, N.P. (2018). Considerations on the Usability of SClínico. In *International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies*, 262-278. Springer International Publishing.

Porter, M.E., & Teisberg, E.O. (2006). *Redefining health care: creating value-based competition on results*. Harvard Business Press.

Santos, I., & Sá, E. (2010). Erro médico: Estratégias de governação clínica. *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, 26(6), 606-12.

Sectra. (2013). *How radiology can improve communication with referring physicians – Report*. Sectra.

Serviço Nacional de Saúde. (n.d.). *Direitos e Deveres do Utente*. https://www.sns.gov.pt/sns-saude-mais/direitos-e-deveres-do-utente/.

Solheim, J., Storm, R., & Whitney, J. (2018). Radiological imaging and the emergency department: Teamed for success. A patient-centered approach to emergent imaging practices. *Journal of Radiology Nursing*, 37(2), 69-72.

Tanioka, R., Yasuhara, Y., Osaka, K., Kai, Y., Zhao, Y., Tanioka, T., Takase, K., Dino, M., & Locsin, R.C. (2020). Autonomic nervous activity of patient with schizophrenia during Pepper CPGE-led upper limb range of motion exercises. *Enfermeria clinica*, 30, 48-53.

Viitanen, J., Tyllinen, M., Tynkkynen, E., & Lääveri, T. (2022). Usability of information systems: Experiences of outpatient physicians, outpatient nurses, and open care social welfare professionals from three large cross-sectional surveys in Finland. *International Journal of Medical Informatics*, 165, 104836.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 22/07/2023
Aceitação/Acceptance: 27/10/2023

La Dinámica de la Gestión del Conocimiento en Microempresas Familiares del Turismo

Laura Magali Chamba-Rueda[1], Gerardo Torres[2], Jonathan Torres Zambrano[3]

lmchamba@utpl.edu.ec; gvtorres@ utpl.edu.ec; jzambrano@utpl.edu.ec

[1,2,3] UTPL, Loja , 1101, Loja, Ecuador.

Pages: 401-412

Resumen: Este estudio resalta la importancia de la gestión del conocimiento en microempresas familiares turísticas, a menudo subestimadas debido a su tamaño. Estas empresas son cruciales en la economía local y la satisfacción del turista. La gestión efectiva del conocimiento es clave para su éxito en un mercado turístico dinámico. El objetivo principal es analizar la exploración y explotación del conocimiento en estas empresas. Se utilizó una metodología cuantitativa con enfoque descriptivo, involucrando 50 negocios en los valles de Malacatos y Vilcabamba. Los resultados subrayan la necesidad de mejorar la gestión del conocimiento, especialmente en la estrategia de exploración. Esta investigación aporta valiosos conocimientos en un área subestimada: la gestión del conocimiento en microempresas familiares turísticas. Beneficiará a propietarios y a investigadores interesados en el turismo y la gestión del conocimiento. Además, se espera que impulse la sostenibilidad y el crecimiento de estas empresas, beneficiando a las comunidades locales y la economía en general.

Palabras-clave: Family-owned small and medium-sized tourist enterprises, knowledge exploration, knowledge exploitation.

The Dynamics of Knowledge Management in Family-Owned Microtourism Enterprises.

Abstract: This study highlights the importance of knowledge management in family-owned microtourism enterprises, often underestimated due to their size. These businesses play a crucial role in the local economy and tourist satisfaction. Effective knowledge management is key to their success in a dynamic tourism market. The main objective is to analyze knowledge exploration and exploitation in these enterprises. A quantitative methodology with a descriptive approach was used, involving 50 businesses in the Malacatos and Vilcabamba valleys. The results emphasize the need to improve knowledge management, especially in the exploration strategy. This research provides valuable insights into an underestimated area: knowledge management in family-owned microtourism enterprises. It will benefit owners and researchers interested in tourism and knowledge management. Furthermore, it is expected to promote sustainability and growth in these businesses, benefiting local communities and the overall economy.

Keywords: Enter up to five keywords, separated by semicolons.

1. Introducción

La gestión del conocimiento se ha consolidado como un pilar fundamental para el éxito y la competitividad de las organizaciones en la actualidad. En el dinámico universo de la industria turística, donde la capacidad de adaptarse a las cambiantes necesidades de los turistas y la innovación constante son imperativos, la gestión efectiva del conocimiento adquiere un rol aún más protagónico. En este sentido, las microempresas turísticas, a pesar de su tamaño aparentemente reducido en comparación con los gigantes de la industria, desempeñan un papel de relevancia incuestionable tanto en la economía local como en la satisfacción de los visitantes. Esta sección introductoria tiene como objetivo proporcionar una visión general de la relevancia y el propósito del estudio sobre el papel de la gestión del conocimiento en el contexto de las microempresas turísticas.

Dentro del vasto espectro de la industria turística, las microempresas familiares emergen como auténticos pilares en las regiones rurales de países en desarrollo. Estas pequeñas empresas, en las que menos de 10 miembros de una misma familia desempeñan roles clave, no solo son motores incuestionables de generación de riqueza y creación de empleo, sino que también se erigen como embajadoras de experiencias turísticas auténticas. Su influencia trasciende, convirtiéndose en componentes vitales del entramado empresarial y social de las comunidades locales. En este escenario, la gestión del conocimiento se presenta como una herramienta de vital importancia para guiar su éxito y desarrollo, permitiendo tanto la exploración de nuevos saberes como la explotación de conocimientos previos que impulsan su competitividad y sostenibilidad. A lo largo de este artículo, profundizaremos en la trascendencia de las microempresas familiares en el contexto del sector turístico y en cómo la gestión del conocimiento desempeña un papel esencial en su evolución y prosperidad.

De la misma manera, es pertinente señalar que la investigación enfocada en las empresas familiares dentro del ámbito turístico aún se encuentra en desarrollo insuficiente. La escasez de datos concretos en este sector refleja una relativa falta de institucionalización del conocimiento, como lo subraya el trabajo de López-Chávez y sus colegas (2020). Además, los estudios más recientes tienden a enfocarse en el desempeño económico de estas empresas, el desarrollo de destinos turísticos y la experiencia del turista, sin profundizar en la gestión del conocimiento (Andreu et al., 2018; Kallmuenzer y Peters, 2018 a, b; Presas et al., 2014). Esta situación destaca la necesidad urgente de emprender investigaciones específicas que se concentren en la gestión del conocimiento en el contexto de las microempresas familiares turísticas. A pesar de su relevancia, estas empresas familiares se enfrentan a desafíos significativos para perdurar en el tiempo, con estadísticas que muestran que solo el 30% llega a la segunda generación, el 15% a la tercera y apenas el 4% a la cuarta (Gonzalez, 2020).

En este marco, destacados investigadores, como Camisón y sus colaboradores (2016) y Pikkemaat et al. (2019), alientan a llevar a cabo investigaciones adicionales que exploren y analicen de manera más profunda la gestión del conocimiento en el contexto de las microempresas familiares turísticas, es trascendental analizar el entorno de este sector pos-pandemia.

En esta línea, la gestión del conocimiento juega un papel fundamental en el sector turistico en la pos-pandemia. A medida que nos recuperamos de los impactos de la pandemia, es crucial que las organizaciones turísticas sean capaces de adaptarse rápidamente a los cambios y aprovechar las oportunidades emergentes. La gestión del conocimiento permite a estas organizaciones identificar y compartir las mejores prácticas, las lecciones aprendidas y las nuevas tendencias en el sector. Además, facilitar la creación de redes de colaboración entre actores turísticos, fomentando la innovación y el intercambio de conocimientos. En definitiva, la gestión del conocimiento contribuye a fortalecer la resiliencia y competitividad del sector turismo en la pos pandemia.

2. Marco Teórico

2.1. Microempresas familiares en el sector turístico

Las microempresas turísticas, enmarcadas por la gestión de menos de 10 miembros de una misma familia en regiones rurales de naciones en desarrollo, constituyen un segmento fundamental dentro del sector turístico (Banki et al., 2016). Su singularidad radica en la propiedad y dirección que recae en sus integrantes, con la perspectiva de transmitir la empresa a generaciones posteriores (Awais, 2022). Estas empresas, que generalmente operan en la informalidad y cuentan con una plantilla de no más de 5 trabajadores, propietarios o gerentes (Ferreira et al., 2015; Getz & Carlsen, 2005), desempeñan un rol esencial en el entramado empresarial y social de las comunidades locales.

Su importancia trasciende, ya que contribuyen sustancialmente a la generación de riqueza y la creación de empleo, siendo un pilar fundamental en la conformación del Producto Interno Bruto (PIB) (Puzi e Ismail, 2017; Colli & Rose, 2003; Mandel, 2008). América Latina, por ejemplo, se beneficia enormemente de estas empresas familiares, ya que aportan aproximadamente el 62% del PIB y son responsables de generar el 60% de los puestos de trabajo en la región (Harith & Samujh, 2020). Dentro del contexto específico del turismo en América Latina, estas microempresas contribuyen significativamente al PIB, alcanzando un impresionante 8.8% de la participación en la economía turística regional (WTTC, 2020).

A pesar de su tamaño modesto en comparación con las grandes empresas turísticas, las microempresas turísticas juegan un papel crucial en la oferta turística. Su proximidad a las comunidades locales y su habilidad para proporcionar experiencias auténticas son aspectos altamente valorados por los turistas en busca de conexiones más auténticas con los destinos que visitan. La ausencia de estas empresas podría incluso desencadenar procesos de migración en las comunidades rurales (Getz et al., 2004), lo que subraya su influencia en la sostenibilidad y cohesión social.

Además, estas microempresas turísticas suelen arraigarse profundamente en sus comunidades locales, promoviendo así el desarrollo económico a nivel local (Hallak y Assaker, 2013). Es esencial destacar que los microempresarios turísticos tienden a innovar constantemente para obtener ventajas competitivas, lo que les permite destacarse en el entorno del turismo convencional (Ferreira et al., 2018). Su capacidad para adaptarse a

las cambiantes preferencias de los viajeros y su enfoque en la autenticidad contribuyen significativamente a la diversificación y enriquecimiento del panorama turístico

2.2. Gestión del conocimiento un enfoque desde la explotación y exploración

En el ámbito empresarial, las organizaciones se dividen comúnmente en cuatro categorías: grandes, medianas, pequeñas y microempresas, siendo estas últimas a menudo empresas familiares que representan la fuente de sustento para sus propietarios. Sin embargo, en la actualidad, las microempresas compiten constantemente en un mercado dinámico y altamente competitivo. En este contexto, el liderazgo desempeña un papel crítico para dirigir y alcanzar los objetivos establecidos (Izquierdo et al., 2017).

En Ecuador, las microempresas familiares han experimentado un notable crecimiento tanto a nivel individual como en el impacto social que generan en sus comunidades locales. Estas empresas no solo brindan empleo a miembros de la familia, sino también a personas ajenas a ella. Además, contribuyen activamente al desarrollo del turismo local, ofreciendo servicios que abarcan desde la gastronomía hasta el alojamiento y el entretenimiento, lo que las convierte en auténticas empresas familiares turísticas (Baque et al., 2018).

En este contexto empresarial y en cualquier organización, la gestión del conocimiento adquiere un papel fundamental. Esta disciplina aporta tanto fundamentos teóricos como prácticos que son esenciales para aumentar la competitividad y diseñar estrategias globalizadas que permitan abordar desafíos tanto en áreas urbanas como rurales. La gestión del conocimiento se desglosa en dos vertientes distintas pero complementarias: el conocimiento tácito, que abarca saberes culturales y ancestrales, y el conocimiento científico, basado en contenidos proporcionados por instituciones educativas y académicas. Es crucial que las organizaciones integren ambas formas de conocimiento, ya que contribuyen al desarrollo de emprendimientos y comunidades (Álvarez Montalvo, 2022).

Siguiendo esta línea de pensamiento, Tamsah et al. (2023) señalan que la gestión del conocimiento facilita una comunicación más efectiva entre los directivos y los trabajadores, lo que a su vez mejora la productividad, la confianza y la calidad del trabajo. Es relevante destacar que una gestión adecuada del conocimiento también tiene un impacto positivo en los procesos internos y externos de las organizaciones, al tiempo que ofrece oportunidades para enfrentar amenazas y desafíos, fortaleciendo así la posición empresarial.

De acuerdo con Hernández et al. (2021), existe una extensa literatura que vincula la gestión del conocimiento con diversos aspectos, como tecnología de la información y la comunicación, innovación, métodos de gestión, cultura organizacional, política estratégica, recursos humanos y calidad. Esta versatilidad demuestra cómo la gestión del conocimiento puede relacionarse con numerosos términos y conceptos presentes en las organizaciones, y si se articula de manera efectiva, puede optimizar el rendimiento empresarial de manera significativa.

Exploración y explotación del conocimiento

Al mencionar la gestión del conocimiento en las empresas, autores como Pérez Cruz (2023) mencionan dos tipos principales: la exploración del conocimiento, que

hace referencia a involucrase en situaciones internas y externas que beneficien a la organización; la explotación del conocimiento, se basa en utilizar los conocimientos explorados para utilizarlos en beneficio propio y de esa manera dar respuestas más óptimas a los problemas detectados y a la competencia presente, cabe destacar que para que una organización funciones de manera eficiente debe hacer uso tanto de la exploración como de la explotación, Acosta y Fischer (2013) definen un nuevo término denominado ambidestreza organizacional como el desarrollo simultáneo de las actividades de explotación y exploración, pero cabe mencionar que todo lo anterior no es posible sin antes apropiarse y asimilar estos conocimientos.

En relación a lo expuesto anteriormente, una de la carencia de las empresas familiares, es el bajo conocimiento sobre administración y sostenibilidad empresarial, lo que se presenta en desventaja para el ámbito turístico, debido a la falta de capacitación sobre los requerimientos actuales de los turistas, ofertando modelos de negocios tradicionales, los cuales se sostienen en la mercadotecnia tradicional. Por este motivo, (Montaño, 2022) menciona que es necesario fortalecer la gestión de las empresas, impulsando la migración hacia un modelo de negocios que incorpore la competitividad sustentable, que lo posicione en la vanguardia como destino turístico.

En la ruralidad, las empresas son constituidas en su mayoría por familias emprendedoras sobre todo en el sector turístico (Muñoz et. al, 2020). En el mismo sentido, Mucci y Tellería (2018) establecen que este tipo de organizaciones se enfrentan a dos sistemas heterogéneos, uno muestra lo "afectivo" (la familia) y otro lo "efectivo" (la empresa) los que conllevan una influencia mutua y por tal razón, también pueden enfrentar una variedad de dificultades, entre la más notoria, la carencia de conocimientos empresariales.

La exploración y la explotación del conocimiento coadyuvan a superar estas dificultades Oviedo et al. (2014), toman en consideración que el mercado requiere de conocimientos sólidos y actualizados que permitan a empresas turísticas estar en la capacidad de solventar las necesidades de sus clientes y proporcionar un servicio óptimo y de calidad.

Para sintetizar, varios autores han hecho referencia a los tipos de conocimientos, en cuanto a la exploración del conocimiento, Nicolau et al. (2015), Acosta y Fischer (2013) concuerdan que se fundamenta en la experimentación con nuevas alternativas que tienen retornos inciertos, y en algunos casos negativos, se asocia con la búsqueda de conocimiento distante y la innovación radical. Sobre la explotación del conocimiento, Duarte y Castañeda (2013) y De Oliveira et al. (2015) concuerdan que hace referencia a la aplicación de nuevos conocimientos y al desarrollo de habilidades nuevas para la organización, permitiendo el desarrollo de productos y servicios; lo cual puede resumirse en que todas las empresas requieren la gestión y a su vez la exploración y explotación del conocimiento

3. Metodología

A partir de la contextualización espuesta, el diseño de investigación del presente trabajo comprende un estudio de tipo cuantitativo con enfoque descriptivo, el mismo que permite evidenciar los resultados de la gestión del conocimiento, en las microempresas familiares del sector turístico de los valles Malacatos y Vilcabamba.

En el presente estudio participaron 50 negocios que cumplen con las siguientes especificaciones: 1. Su actividad económica pertenece al sector turístico 2. Ser microempresas familiares. Para recabar la información se recurrió a la encuesta, cuyos datos fueron proporcionados de manera personalizada por parte de los gerentes o dueños de las organizaciones.

El cuestionario aplicado fue propuesto y validado por los autores Para-González, Jiménez-Jiménez y Martínez (2021) en su investigación ¿Fomenta EFQM el aprendizaje y la innovación? Con lo cual se garantiza su validez. En cuanto a la gestión del conocimiento se propone 10 preguntas de las cuales 5 están relacionadas a identificar acciones en la estrategia de explotación y las restantes se enfocan en evidenciar resultados de la exploración del conocimiento. Las respuestas oscilan desde 0 (No disponen de ningún tipo de información ni de percepción para contestar a la pregunta) hasta 5 (Se hace de manera sistemática en toda la organización, se mide y se introducen mejoras).

Finalmente, para el procesamiento y presentación de los resultados se hace uso de la estadística descriptiva que permite analizar la información, interpretarla y extraer conclusiones válidas. Con el fin de determinar los puntos fuertes y los aspectos a mejorar se genera la comparativa interna que trata de comparar el valor medio de cada tipo de estrategia, el cual se obtiene a su vez de la media que resulta de los subcriterios que la componen.

4. Resultados

Si bien la gestión del conocimiento es fundamental para cualquier tipo de empresa y más aún para las microempresas del sector turístico, porque les permite innovar, adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado y a desarrollar ventajas competitivas sostenibles (Kandampully & Suhartanto, 2017), los resultados evidencian que en las organizaciones objeto de estudio de los valles Malacatos y Vilcabamba falta mejorar la gestión del conocimiento, haciendo mucho énfasis en la estrategia de exploración que es la que menor valoración presenta.

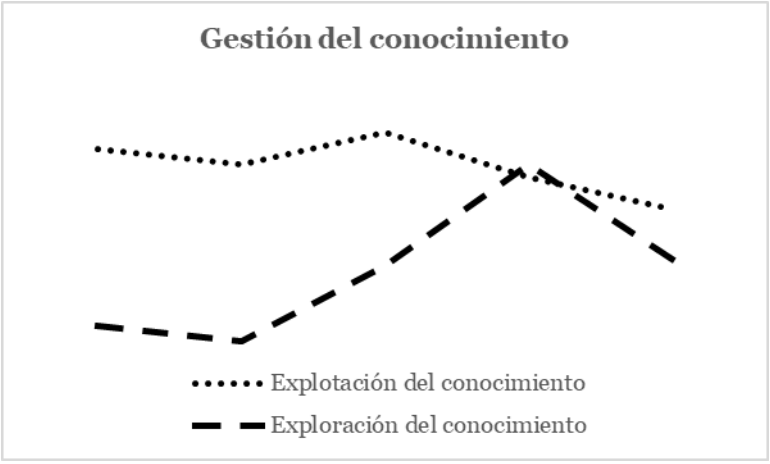


Figura 1 – Gestión del conocimiento en las microempresas turísticas familiares

En el caso de las microempresas familiares turísticas la gestión del conocimiento es esencial debido a que, por lo general, tienden a mantener una comunicación informal y su estructura es jerárquica, lo que puede dificultar la transferencia de conocimiento entre los miembros de la familia y la organización.

Para profundizar el análisis en estas microempresas, a continuación, se presenta una explicación por cada estrategia utilizada en la gestión del conocimiento.

Explotación del conocimiento

La explotación del conocimiento es un aspecto fundamental para la supervivencia de las organizaciones. Se evidencia que las microempresas turísticas familiares de los valles Malacatos y Vilcabamba, explotan mediamente el conocimiento, lo que refleja que, aprovechan la experiencia acumulada en la empresa y utilizan la información para mejorar su eficiencia y eficacia en la prestación de sus servicios turísticos. En este sentido, Segarra Oña- y Rodríguez-Antón (2017) indican que la explotación del conocimiento ayuda a las microempresas a identificar sus fortalezas y debilidades, además de contribuir a la mejora de los procesos del negocio.

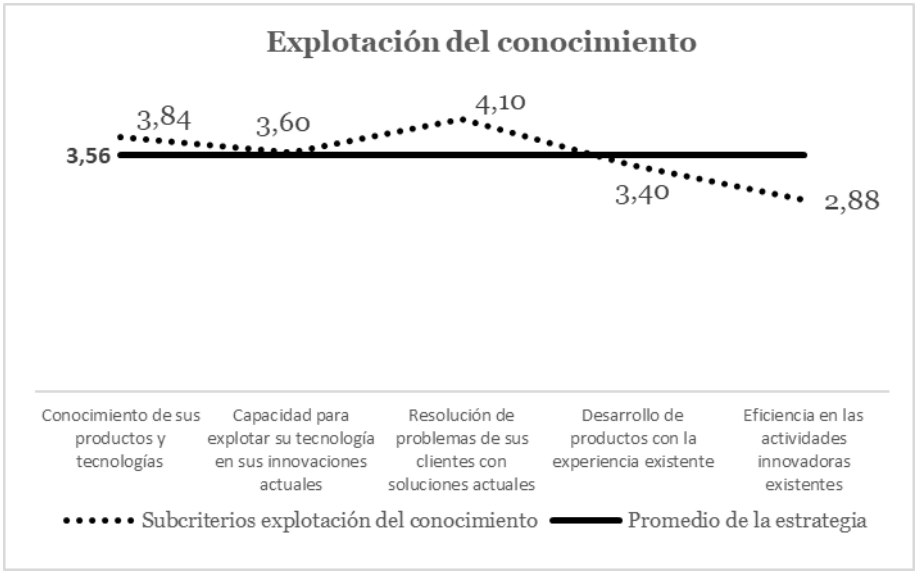


Figura 2 – Explotación del conocimiento en las microempresas turísticas familiares

Los resultados (subcriterios) de la explotación del conocimiento que se encuentran sobre el promedio de esta estrategia y que se deben destacar en las microempresas estudiadas es la resolución de problemas de sus clientes con soluciones actuales, alcanza un puntaje de 4.10, esto demuestra el compromiso que tienen con la satisfacción del cliente y la calidad del producto o servicio ofrecido. Al resolver los problemas de sus clientes, la empresa puede mejorar la lealtad de los mismos, aumentar la satisfacción del cliente y mejorar su reputación en el mercado (Kotler & Keller, 2016, p. 35). También se denota

el conocimiento que tienen de sus productos y tecnologías y la capacidad para explotar dicha tecnología en sus innovaciones actuales (puntaje 3,84 y 3,60). Esto es muy importante porque les permite mejorar su oferta de servicios, adaptarse a las necesidades de los clientes y mantenerse competitivas en un mercado cada vez más exigente. Según Ortiz-Rodríguez y Pérez-Sánchez (2018), el conocimiento sobre los productos y servicios turísticos es uno de los principales factores que influyen en la satisfacción del cliente y en su decisión de volver a contratar los servicios de la empresa en el futuro.

Por otra parte, los aspectos a mejorar y que se encuentran por debajo del promedio son: el desarrollo de productos con la experiencia existente y la eficiencia en las actividades innovadoras. En cuanto al desarrollo de productos Hernández-Mogollón y Villar-García (2015), expresan que es una oportunidad para transmitir los valores y la historia de la empresa a los clientes, generando así un mayor vínculo emocional entre ellos y la organización. Además, contribuye a fortalecer la identidad y la cultura empresarial de las microempresas familiares turísticas. Mientras que la eficiencia en las actividades innovadoras es crucial para mejorar la competitividad y el rendimiento de la empresa. Según Luque-Vílchez, López-Fernández y Gómez-Conde (2019), la eficiencia en la innovación puede ayudar a las empresas turísticas a reducir costos y mejorar la calidad de los servicios ofrecidos.

Exploración del conocimiento

La exploración del conocimiento puede ayudar a las empresas turísticas familiares a adaptarse a los cambios en el mercado y a buscar nuevas oportunidades y soluciones. Los datos demuestran que esta estrategia no se la está gestionando adecuadamente y hay mucho por mejorar, considerando que, ayuda a estas empresas a identificar nuevas tendencias y necesidades del mercado, lo que les permitirá anticiparse a las demandas de los clientes y adaptarse a las nuevas condiciones del entorno empresarial (Boso et al., 2016).



Figura 3 – Exploración del conocimiento en las microempresas turísticas familiares

Los directivos de las microempresas turísticas familiares de los Valles Malacatos y Vilcabamba han hecho mínimos esfuerzos por adquirir tecnología nueva, desarrollar habilidades de producción, de procesos y mejorar sus capacidades de gestión y organización para la innovación y desarrollo de productos nuevos. Esto es un aspecto preocupante porque según González-Ramos, Díaz-Pérez, y Arévalo-Gallegos (2020), la implementación de estrategias de gestión y organización mejora la eficiencia operativa y financiera de las empresas turísticas. Asimismo, Martínez-Ruiz y Jiménez-Zarco (2018) afirman que la gestión y organización adecuadas contribuye a mejorar la satisfacción de los clientes y aumentar su fidelización. En cambio, Torres-Sánchez y Rodríguez-Antonio (2020) expresan que la mejora de los procesos productivos mejora la calidad del servicio ofrecido por las empresas turísticas. también, Ceballos-Mendoza y Rojas-García (2020) argumentan que las nuevas habilidades de producción pueden aumentar la eficiencia y la productividad de las empresas turísticas. Además, Valls y Monferrer (2014) mencionan que la incorporación de nuevas tecnologías en el sector turístico permite optimizar los procesos de gestión y mejorar la experiencia del cliente, lo que puede tener un impacto positivo en la imagen y la reputación de la empresa.

El no explorar el conocimiento y no contar con estas habilidades, las microempresas están perdiendo la oportunidad de mejorar su eficiencia, rentabilidad y satisfacción del cliente, así como enfrentar los desafíos asociados con la sucesión generacional, lo cual tiene repercusión en la competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

5. Conclusiones

La gestión del conocimiento se revela como un elemento crítico para el éxito de las microempresas familiares en el sector turístico. Esta práctica no solo les permite innovar y adaptarse a las cambiantes necesidades del mercado, sino que también les ventajas proporcionan competitivos sostenibles, aspectos vitales en un entorno empresarial altamente dinámico.

Los hallazgos enfatizan la importancia de centrarse en la exploración del conocimiento como estrategia para las microempresas. El estudio revela que las microempresas examinadas en la investigación no han prestado suficiente atención a este aspecto, a pesar de su potencial para ayudarlas a anticipar las demandas del mercado y adaptarse a las condiciones comerciales cambiantes.

Las microempresas familiares turísticas a menudo enfrentan desafíos en la transferencia de conocimiento debido a su comunicación informal y estructura jerárquica. Superar estos obstáculos será esencial para mejorar la gestión del conocimiento en estas organizaciones.

A pesar de las áreas de mejora, las microempresas estudiadas demuestran éxito en la explotación del conocimiento, especialmente en la resolución de problemas de los clientes y la utilización eficiente de tecnología y conocimientos existentes. Esto contribuye a la satisfacción del cliente y la competitividad.

Las microempresas turísticas familiares de los Valles Malacatos y Vilcabamba parecen estar perdiendo oportunidades al no enfocarse en la exploración del conocimiento. La

falta de inversión en tecnología nueva, desarrollo de habilidades y mejora de procesos podría afectar negativamente su eficiencia, rentabilidad y competitividad a largo plazo.

La gestión y organización adecuadas son fundamentales para el éxito en el sector turístico, y su ausencia representa una oportunidad perdida. La incorporación de nuevas tecnologías y la mejora de procesos pueden mejorar la calidad del servicio, la eficiencia y la productividad.

Queda claro que tanto la explotación como la exploración del conocimiento son importantes para las microempresas familiares. Por ello, es altamente recomendable encontrar un equilibrio adecuado entre estas dos estrategias para aprovechar al máximo el conocimiento existente mientras se busca continuamente nuevas oportunidades y soluciones.

Referencias

Andreu, R., Claver, E. and Quer, D. (2017), "La diversificación geográfica internacional de las cadenas hoteleras españolas en años de crisis", Cuadernos de Turismo, No. 40, pp. 45-63, doi: 10.6018/turismo.40.309611.

Andreu, R., Claver, E., Quer, D. and Rienda, L. (2018), "Propiedad familiar y cadenas hoteleras españolas: análisis de su expansión a través de la internacionalización", Business and Society Review, Vol. 15 No. 3, pp. 40-75, doi: 10.3232/UBR.2018.V15.N3.02.

Awais, S. (2022). Organizational structure in family firms: a systematic literature review. Journal of Strategy and Management, 1. doi:https://doi.org/10.1108/JSMA-09-2021-0194

Banki, M.B., Ismail, H.N. and Muhammad, I.B. (2016), "Coping with seasonality: a case study of family owned micro tourism businesses in Obudu Mountain resort in Nigeria", Tourism Management Perspectives, Vol. 18, pp. 141-152.

Boso, N., Adeleye, I., Donbesuur, F., & Gyensare, M. A. (2016). Entrepreneurial orientation, market orientation and performance of service firms. Journal of Services Marketing, 30(1), 76-90.

Camisón, C., Forés, B. and Puig-Denia, A. (2016), "Return on capital in Spanish tourism businesses: a comparative analysis of family vs non-family businesses", European Journal of Management and Business Economics, Vol. 25, pp. 91-110, doi: 10.1016/j.redeen.2016.04.002.

Colli, A., & Rose, M. B. (2003). Family Firms in Comparative Perspective. In Business History around the World (pp. 339–352). Cambridge University Press.

Ceballos-Mendoza, D., & Rojas-García, E. (2020). Competitividad empresarial y productividad turística: Una revisión sistemática de la literatura. Estudios y Perspectivas en Turismo, 29(1), 65-81.

Ferreira, B.S. Morais, D.B. and Lorscheider, M. (2015), "Using web marketplaces to reach untapped markets", available at: http://content.ces.ncsu.edu/using-web-marketplaces-to-reach-untapped-markets (accessed 3 March 2020).

Ferreira , BS , Morais , DB , Pollack , JM y Bunds , KS (2018), “Desarrollo y validación de la escala de autoeficacia turística e-microempresarial”,Análisis del Turismo, vol. 23N°2,págs.275-282.

Getz, D., Carlsen, J. and Morrison, A. (2004), The Family Business in Tourism and Hospitality, CABI Publishing, Oxfordshire.

Getz, D. and Carlsen, J. (2005), “Family business in tourism. State of the art”, Annals of Tourism Research, Vol. 32 No. 1, pp. 237-258. doi: 10.1016/j.annals.2004.07.006.

González, A. (2020). El estudio de la empresa familiar. Una mirada desde los estudios organizaiconales. NOVUM, 2(10), 65 - 82. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/novum/article/view/83075/75940

González-Ramos, M. I., Díaz-Pérez, F. J., & Arévalo-Gallegos, A. (2020). Estrategias de gestión en empresas turísticas: una revisión sistemática de la literatura. Revista de Investigación Académica, 55, 1-14.

Harith, S., & Samujh, R. (2020). Small Family Businesses: Innovation, Risk and Value. Journal

of Risk and Financial Management. doi:10.3390/jrfm13100240

Hernández-Mogollón, R., & Villar-García, J. (2015). Innovación y turismo: La experiencia de la empresa familiar turística. Estudios y Perspectivas en Turismo, 24(4), 685-703.

Hallak, R. and Assaker, G. (2013), “Family Vs. Non-family business owners’ commitment to their town: a multigroup invariance analysis”, Asia Pacific Journal of Tourism Research, Vol. 18 No. 6, pp. 618-636, doi: 10.1080/10941665.2012.695286.

Kallmuenzer, A. and Peters, M. (2018b), “Innovativeness and control mechanisms in tourism and hospitality family firms: a comparative study”, International Journal of Hospitality Management, Vol. 70, pp. 66-74, doi: 10.1016/j.ijhm.2017.10.022.

Kandampully, J., & Suhartanto, D. (2017). Knowledge management in small tourism firms: A systematic literature review. Journal of Hospitality and Tourism Management, 33, 45-57.

Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). Marketing management. Pearson Education.

López-Chávez, B. A., Maldonado-Alcudia, C., & Larrañaga Núñez, A. M. (2020). Family business in tourism: an international systematic review of literature with an emphasis on Latin America. Academia Revista Latinoamericana de Administración, 34(1), 88–104. https://doi.org/10.1108/arla-06-2020-0140

Luque-Vílchez, M., López-Fernández, M. C., & Gómez-Conde, J. (2019). Innovación y competitividad en las empresas turísticas: Revisión bibliográfica y propuesta de un modelo de análisis. Estudios y Perspectivas en Turismo, 28(4), 449-466.

Martínez-Ruiz, M. P., & Jiménez-Zarco, A. I. (2018). Efectos de la gestión de la calidad en la satisfacción y fidelización del turista. Estudios y Perspectivas en Turismo, 27(3), 245-260.

Ortiz-Rodríguez, D., & Pérez-Sánchez, J. A. (2018). El conocimiento como factor clave en la innovación en la empresa turística. Investigaciones Turísticas, (15), 61-80.

Pikkemaat, B., Peters, M. and Bichler, B. (2019), "Innovation research in tourism: research streams and actions for the future", Journal of Hospitality and Tourism Management, Vol. 41, pp. 184-196, doi: 10.1016/j.jhtm.2019.10.007.

Presas, P., Guia, J. and Muñoz, D. (2014), "Customer's perception of familiness in travel experiences", Journal of Travel and Tourism Marketing, Vol. 31 No. 2, pp. 147-161, doi: 10.1080/10548408.2014.873307.

Puzi, M.A.M. and Ismail, H.N. (2017), "Critical review on the existence of transgenerational entrepreneurship in tourism businesses: current trend and interest", Planning Malaysia. doi: 10.21837/pmjournal.v15.i3.301.

Psomas, E., Kafetzopoulos, D., & Gotzamani, K. (2018). Determinants of company innovation and market performance. The TQM Journal, 30(1), 54–73. https://doi.org/10.1108/TQM-07-2017-0074

Segarra-Oña, M. D., & Rodríguez-Antón, J. M. (2017). Explotación del conocimiento en empresas turísticas familiares: Análisis de la literatura científica. PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, 15(2), 413-426.

Torres-Sánchez, R., & Rodríguez-Antonio, M. (2020). La mejora de procesos productivos y su impacto en la calidad de servicio en el sector turístico. Revista de Investigación Académica, 59, 1-14

Valls, J. F., & Monferrer, D. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sector turístico. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 20(2), 41-50.

World Travel & Tourism Council (WTTC). (n.d.). Wttc.org. Retrieved August 30, 2023, from https://wttc.org/

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 26/07/2023
Aceitação/Acceptance: 02/10/2023

Análisis de la Dinámica de Áreas Quemadas y su Recuperación en el Parque Nacional Natural El Tuparro entre 2021 y 2023

Oscar Fernando Borda Casas[1], Javier Medina[2]

ofbordac@udistrital.edu.co; rmedina@udistrital.edu.co

[1-2] Proyecto Curricular Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Facultad de ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC). Sede principal: Carrera 7 No. 40B - 53. Bogotá D. C., Colombia

Pages: 413-426

Resumen: El Parque Nacional Natural El Tuparro (P.N.N. El Tuparro), localizado en Colombia, es un área de conservación que enfrenta un notable número de incendios forestales que, según su intensidad y frecuencia, pueden perturbar el ecosistema. Por ende, es importante realizar un monitoreo constante de zonas afectadas, para salvaguardar la conservación ambiental. Ante esta situación la teledetección ayuda a obtener datos en tiempo real sobre la magnitud y dinámica de los incendios forestales. Este estudio se enfocó en el análisis de la severidad de los incendios forestales en el P.N.N El Tuparro durante el período de 2021 a 2023. Se emplearon índices espectrales a 7 imágenes satelitales Landsat 8 y 9. Además, se estimó las áreas quemadas mediante la selección del mejor algoritmo de machine learning de clasificación. Estos datos permitirán crear una curva de recuperación vegetal, fundamental para decisiones informadas en su gestión y preservación.

Palabras-clave: PNN El Tuparro; Machine learning; incendios forestales; áreas quemadas; Landsat.

Analysis of the Dynamics of Burnt Areas and their Recovery in the El Tuparro National Natural Park between 2021 and 2023

Abstract: The El Tuparro National Natural Park (P.N.N. El Tuparro), located in Colombia, is a conservation area that faces a notable number of forest fires that, depending on their intensity and frequency, can disturb the ecosystem. Therefore, it is important to carry out constant monitoring of affected areas, to safeguard environmental conservation. Faced with this situation, remote sensing helps to obtain real-time data on the magnitude and dynamics of forest fires. This study focused on the analysis of the severity of forest fires in the P.N.N El Tuparro during the period from 2021 to 2023. Spectral indices to 7 Landsat 8 and 9 satellite images were used. In addition, burned areas were estimated by selecting of the best classification machine learning algorithm. These data will allow the creation of a plant recovery curve, essential for informed decisions in its management and preservation.

Keywords: PNN El Tuparro; Machine learning; forest fires; burned areas; Landsat.

1. Introducción

Los incendios forestales hacen parte de las principales amenazas para la pérdida de cobertura vegetal de manera instantánea, su origen puede ser natural o antrópico, principalmente vinculadas a la actividad económica. La variabilidad en el número de incendios está influenciada por diversas causas, como sequías, reducción de lluvias, aumento de vientos y fenómenos naturales (van der Werf et al., 2010). Los incendios provocados son frecuentes, ya que el fuego se utiliza como herramienta para la deforestación y la expansión de áreas agrícolas y ganaderas (Chen, y otros, 2013). Las consecuencias del fuego pueden afectar el ecosistema a nivel de la composición del suelo y probablemente la estructura natural del ecosistema. Por esto, El uso de tecnologías geoespaciales ha permitido el monitoreo de zonas afectadas por incendios, determinando su severidad, área quemada y afectaciones (Lizundia et al., 2020). Las imágenes satelitales, con sus diversas bandas espectrales, son capaces de detectar incendios, puntos calientes y evaluar la severidad de estos (Brewer, 2016). Este estudio se enfocó en el análisis de la severidad de los incendios forestales y la recuperación de la vegetación en el Parque Nacional Natural El Tuparro (P.N.N. El Tuparro) durante el período de 2021 a 2023. Se emplearán índices espectrales como NBR, NDVI y SAVI a partir de imágenes satelitales Landsat 8 y 9. Además, se aplicarán algoritmos de clasificación como Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), Random Forest y Gradient Boosting para obtener el mejor clasificador y así estimar las áreas quemadas. La información obtenida permitirá generar una curva de recuperación y tendencia de la vegetación en 8 polígonos dentro del parque. Esta investigación utiliza tecnologías geoespaciales, algoritmos de machine learning e índices espectrales, obteniéndose información sobre la severidad de los incendios y la recuperación de la vegetación en el parque. Esto tiene aplicaciones importantes en la toma de decisiones para la gestión y conservación del parque, así como para garantizar la sostenibilidad y protección a largo plazo del ecosistema.

2. Severidad de incendios Forestales

Los incendios forestales corresponden a fuegos con una propagación rápida consumiendo a medida que avanzan la biomasa vegetal. Algunos de los incendios contribuyen a la regeneración y sostenibilidad de algunos ecosistemas, tomando características devastadoras aumentando su severidad para el medio ambiente además de poblaciones cercanas. El grado de afectación de un incendio puede presentar diferentes grados de severidad de daño en la vegetación (Botella & Fernández, 2017). Se debe tener en cuenta la cantidad de vegetación, el tiempo del incendio y la intensidad del fuego. Ante una severidad alta se asocia a niveles bajos de recuperación de la vegetación y, por lo tanto, a factores de degradación y alteraciones de este (Neris et al., 2016) (Flores et al., 2021) y una severidad baja puede significar una regeneración natural de la flora del ecosistema. Para detectar y monitorear los incendios forestales, se ha vuelto indispensable el uso de imágenes satelitales y los índices espectrales. Los índices espectrales han sido muy útiles al momento de observar y evaluar cualitativa y cuantitativamente el comportamiento de la vegetación. Estos valores cuantitativos son números digitales que miden la salud de la biomasa, permitiendo estimar de diferentes cambios en las coberturas (Reynosa, 2016). Algunos índices son:

- NDVI: (Normalized Difference Vegetation Index), este índice tiene aplicaciones en cultivos y diferentes coberturas vegetales. separa la vegetación verde del brillo del suelo que está presente en la mezcla espectral de la imagen (Saragosa et al., 2020). Para los valores +1 significa vegetación sana y densa mientras que para los valores -1 significa zona sin vegetación. (Sánchez et al., 2000):

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \tag{1}$$

- NBR: (Normalized Burn Ratio), utiliza las bandas correspondientes del NIR y SWIR. La vegetación sana tendrá una reflectancia alta para el NIR, contrastando con el bajo valor que muestra vegetación calcinada. Por el contrario, la vegetación sana presenta valores espectrales bajos en el SWIR, debido a su contenido en agua, en contraste con la alta reflectancia de la vegetación calcinada para estas longitudes de onda (Velasco, 2021):

$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)} \tag{2}$$

- SAVI: (Soil Adjusted Vegetation Index), representa el vigor y la estructura del dosel, pero además incorpora un ajuste arbitrario para la cobertura incompleta del terreno (Rodríguez & Bullock, 2013). Los valores altos corresponden a vegetación sana, mientras que valores bajos a vegetación con afectaciones como incendios o afectaciones en la salud de la planta.

$$SAVI = \frac{(NIR - RED) * 1.5}{(NIR + RED + 0.5)} \tag{3}$$

El uso de machine learning ha permitido aplicar modelos estadísticos para detectar patrones aportando en el mejoramiento de desempeño de los datos (Theobald, 2017). Este enfoque ha sido ampliamente aceptado en la clasificación de coberturas debido a que los algoritmos de Machine Learning son capaces de modelar firmas de clase complejas y trabajar con una amplia variedad de datos de entrada sin hacer suposiciones sobre la distribución de estos (Velasco, 2021). En línea con este contexto, para la generación de las clasificaciones se optó por las clasificaciones supervisadas implementando algoritmos como Maquinas de Soporte Vectorial (SVM), Random Forest y Gradient Boosting (incluidas dentro de las herramientas de la biblioteca rsgislib en Python). Estos algoritmos proporcionan automatización, reproducibilidad y acceso a herramientas especializadas. A continuación, se describirán los clasificadores usados:

- Máquinas de Soporte Vectorial: Es un conjunto de algoritmos de aprendizaje supervisado que fueron introducidos por (Vapnik & Cortes, 1995), se caracterizan por el sistema de aprendizaje automático que permite resolver problemas de clasificación eficientemente. Una SVM primero mapea los puntos de entrada a un espacio de características de una dimensión mayor (si los puntos de entrada se encuentran en R 2, entonces serán mapeados en R 3) y encuentra un hiperplano que los separe y maximice el margen m entre las clases en este espacio (Betancourt, 2005).

- Random Forest: Este método genera un modelo formado por un conjunto de árboles de decisión individuales. El modelo se nutre con los datos de entrenamiento, para dotar así de la capacidad de tomar las decisiones pertinentes en cada nodo. La predicción de una nueva observación se obtiene agregando las predicciones de todos los árboles individuales que forman el modelo (Amat, 2017). Cada árbol de decisión tendrá su propia clasificación para cada píxel de la imagen. El resultado más repetido para un píxel será finalmente la clase determinada por el modelo para dicho píxel. De este modo, cada árbol constituye individualmente un clasificador débil, pero en conjunto proporcionan una estimación robusta para cada elemento a clasificar. (Velasco, 2021).
- Gradient Boosting: Es un método ensamblado potenciado que combina secuencialmente las predicciones de varios estimadores bases, construidos dado el algoritmo Decision Trees. Gradient Boosting es iterativo que potencia el gradiente de regresión explícita (gradiente negativo) para optimizar modelos de clasificación (Zules, 2019). Minimiza una función de pérdida, diferenciándola repetidamente para descender por el máximo gradiente y disminuir el error cuadrático en cada iteración (Mira, 2018).

Para realizar la evaluación de las clasificaciones se genera una matriz de confusión, la cual es una matriz bidimensional que está conformada, en sus filas por las clases de referencia y en sus columnas por las categorías deducidas de la clasificación. Es una matriz cuadrada de tamaño *nxn* donde *n* indica el número de categorías. La diagonal de la matriz representa el número de puntos de verificación en donde se produce acuerdo entre las dos fuentes (imagen y realidad), mientras que lo demás supone errores de asignación (Chuvieco, 1996). Además, se complementa con el coeficiente kappa, este intenta determinar el nivel de ajuste debido a la exactitud de la clasificación, despreciando el causado por factores aleatorios (Chuvieco, 1996). La estimación de este coeficiente está determinada por la siguiente ecuación:

$$K = \frac{\sum P_{kk} - \sum P_k + p + k}{1 - \sum P_k + p + k} \tag{4}$$

En donde $\sum Pk+P+k$ se refiere a la sumatoria de los errores marginales, y $\sum Pkk$ se refiere a la sumatoria de los elementos de la diagonal.

3. Materiales y métodos

La metodología propuesta para el desarrollo de este estudio comienza con la adquisición de las imágenes (sección 3.2) Landsat 8 y 9 y procesamiento de imágenes, ya que se les realizó un proceso de correcciones atmosférica a la reflectancia del suelo con el complemento en QGIS de SCP (Semi-Automatic Classification) y su composición de bandas (mediante un algoritmo en python). Además, se realizó el pansharpened para lograr una resolución espacial de 15 metros. Dado que se necesitaban más de una escena para completar la zona de estudio entre los años 2021 a 2023 se identificaron 27 imágenes, de las cuales finalmente se quedaron 7 imágenes mosaico de diferentes temporalidades con fechas cercanas. Lo anterior, con el fin de obtener una cobertura

lo más limpia de nube posible y asegurar una visión integral de la evolución en el área de estudio.

La siguiente etapa de la metodología consistió en calcular los índices espectrales NDVI, NBR y SAVI de las imágenes mediante las librerías de numpy y rasterio de Python. Esto permitió la identificación de zonas afectadas por incendios, áreas en proceso de recuperación y un análisis de los patrones de vegetación. Con esta información y con la librería rsgislib en python se implementaron algoritmos de clasificación como Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), Random Forest y Gradient Boosting. Estos algoritmos se aplicaron inicialmente a una sola imagen para evaluar su precisión general y coeficiente kappa, y así determinar la opción más efectiva, la cual fue empleada posteriormente en la clasificación de las demás imágenes. La parte 3 de este estudio fue estimar las áreas quemadas resultantes de las clasificaciones en conjunto con las demás coberturas. La etapa final involucró el cálculo de la severidad de los incendios utilizando el índice dNBR. Se seleccionaron cinco zonas afectadas para generar una curva de recuperación basada en los valores de NDVI de las imágenes finales.

3.1. Área de estudio

El área de estudio comprende el Parque Nacional Natural El Tuparro, ubicado en el departamento del Vichada en Colombia. Es la única área de conservación de carácter nacional que se localiza en la altillanura de la Orinoquia colombiana y abarca una extensión de 5.532 km², según la cartografía oficial proporcionada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Cuenta con un periodo de sequía y otro de lluvia, con temperaturas elevadas (oscila entre 18 °C y 36 °C); la precipitación está entre 1500 y 1900 mm. Se estima una baja fertilidad para la agricultura debido a la alta acidez, alta saturación de aluminio, baja materia orgánica y fósforo (Caicedo, 2016). Su vegetación comprende sabanas con parches de bosques inundables y matas de monte no inundables. Se documentan 116 especies con alguna categoría de amenaza. El 71 % de las especies listadas se asocian a vegetación boscosa y el 25 % a sabanas (Mendoza & Córdoba, 2018).

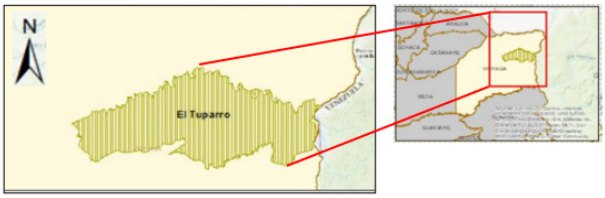


Figura 1 – Ubicación zona de estudio. Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del DANE

3.2. Imágenes Landsat 8 y 9

Se utilizaron imágenes gratuitas como lo son Landsat-8 y Landsat 9, estos sensores llevan dos instrumentos científicos: el OLI (Operational Land Imager) y el TIRS (Thermal Infrared Sensor), en sus versiones 1 y 2 respectivamente. Estos sensores presentan una resolución espacial de 15 m, 30 m y 100 metros según la banda espectral

(Lulla et al. , 2021). Las imágenes se adquirieron del repositorio del servicio geológico de EE. UU. (https://earthexplorer.usgs.gov/). El nivel de procesamiento fue C2 (colección mejorada en cuanto a la C1 en los estándares de calidad logrando mayor consistencia entre diferentes escenas) y level 1 que implica una serie de correcciones radiométricas, geométricas y atmosféricas para obtener imágenes más precisas y utilizables para diversas aplicaciones.

4. Resultados

En esta sección se presentarán los resultados luego de aplicar los diferentes procesamientos nombrados en el anterior ítem.

4.1. Procesamiento de Imágenes

Luego de los procedimientos descritos en la metodología, las siete imágenes finales siguen una nomenclatura específica: los dígitos 8 y 9 indican si son imágenes de Landsat 8 (L8) o Landsat 9 (L9), y los demás caracteres representan las fechas de captura de las imágenes que conforman cada imagen final.

Imagen	Escenas usadas
Imagen_L8_20210216_20210209	LC08_L1TP_005056_20210216_20210301_02_T1, LC08_L1TP_004056_20210209_20210302_02_T1
Imagen_L9_20211110	LC09_L1TP_005056_20220211_20230428_02_T1
Imagen_L8_20220102_20220111	LC08_L1TP_005056_20220102_20220113_02_T1, LC08_L1TP_004056_20220111_20220122_02_T1
Imagen_L8_20220127_20220219	LC08_L1TP_004056_20220127_20220204_02_T1, LC08_L1TP_005056_20220219_20220301_02_T1
Imagen_L9_20220211_20220220	LC09_L1TP_005056_20220211_20230428_02_T1, LC09_L1TP_004056_20220220_20230427_02_T1
Imagen_L8_20220424_20220401	LC08_L1TP_005056_20220424_20220503_02_T1, LC08_L1TP_004056_20220401_20220411_02_T1
Imagen_L9_ 20221228_20230129	LC09_L1TP_004057_20221205_20230318_02_T1, LC09_L1TP_005056_20221228_20230316_02_T1, LC09_L1TP_005056_20230129_20230311_02_T1

Tabla 1 – Imágenes usadas

4.2. Cálculo de Índices Espectrales

Los índices calculados fueron NDVI, NBR y SAVI. Los cuales ayudan a analizar cómo se fue el comportamiento de la vegetación en la zona de estudio, en épocas pre y post incendios. Los índices NDVI (Figura 2) representan específicamente para las imágenes Imagen_L9_20211110 e Imagen_L8_20220127_20220219 (imágenes pre y post incendio respectivamente donde ocurrió el incendio más grande dentro de la temporalidad del estudio). En la imagen de la izquierda se observan valores homogéneos de NDVI distribuidos por la zona de estudio, a excepción de zonas pequeñas con tonalidades amarillas en el sur del parque. Mientras que para la imagen de la derecha se observa una alteración en los niveles NDVI, ya que las zonas con tonalidades amarillas

tienes valores de NDVI más bajos, probablemente por afectaciones como incendios ocurridos peor esto necesita un análisis con el índice NBR.

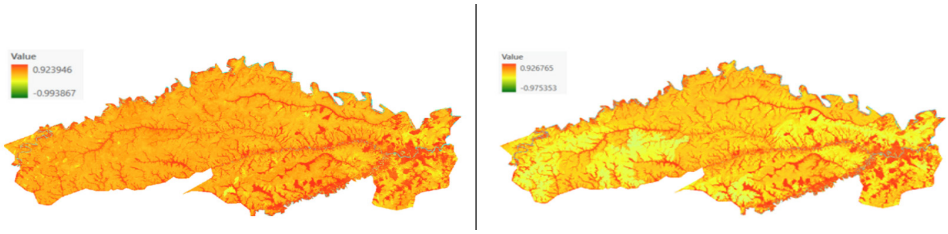


Figura 2 – Índice NDVI para la imagen Imagen _L9_20211110 (izquierda) e Imagen _ L8_20220127_20220219 (derecha)

El cálculo del índice NBR se realizó con las mismas imágenes usadas anteriormente. En la imagen izquierda de la figura 3, se observa que la mayoría del parque no se presentan esas tonalidades rojas correspondientes a áreas con vegetación afectadas por incendios forestales. Pero en comparación con la imagen de la derecha en varias zonas del parque existen áreas afectadas por incendios forestales, que son las mismas zonas que se marcaron en el índice NDVI.

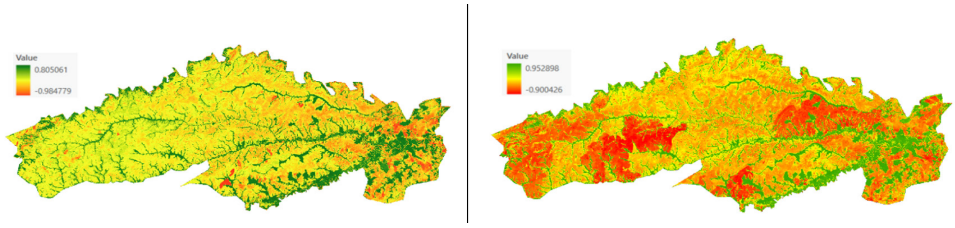


Figura 3 – Índice NBR para la imagen Imagen _L9_20211110 (izquierda) e Imagen _ L8_20220127_20220219 (derecha)

El índice SAVI se calculó sobre las mismas imágenes trabajadas en los índices anteriores. Para la imagen izquierda de la figura 4, se aprecia que la vegetación muestra un estado saludable, presentando valores únicamente en las áreas que exhiben tonalidades amarillas en las mismas ubicaciones que los índices previos.

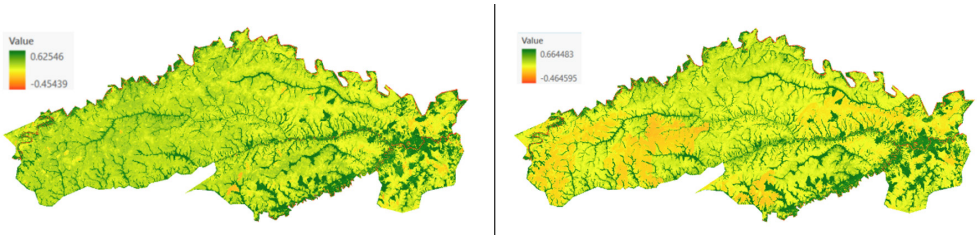


Figura 4 – Índice SAVI para la imagen Imagen _L9_20211110 (izquierda) e Imagen _ L8_20220127_20220219 (derecha)

Para la imagen de la derecha se corrobora que aquellas zonas donde el índice NBR localiza zonas afectadas por incendios, en el SAVI adquieren tonalidades amarillas ya que hay afectación en la vegetación y se genera una interacción más fuerte con el suelo expuesto por ausencia de vegetación.

4.4. Clasificaciones supervisadas

Utilizando los índices mencionados previamente, se logró la identificación efectiva de áreas impactadas por incendios forestales y zonas en proceso de recuperación en las 7 imágenes finales. Para generar y cuantificar las áreas quemadas y otras coberturas presentes, se eligió la imagen "Imagen_L8_20210216_20210209". A través de la utilización de la librería rsgislib en Python, se aplicaron algoritmos de clasificación tales como SVM-lineal, Random Forest y Gradient Boosting (figura 5).

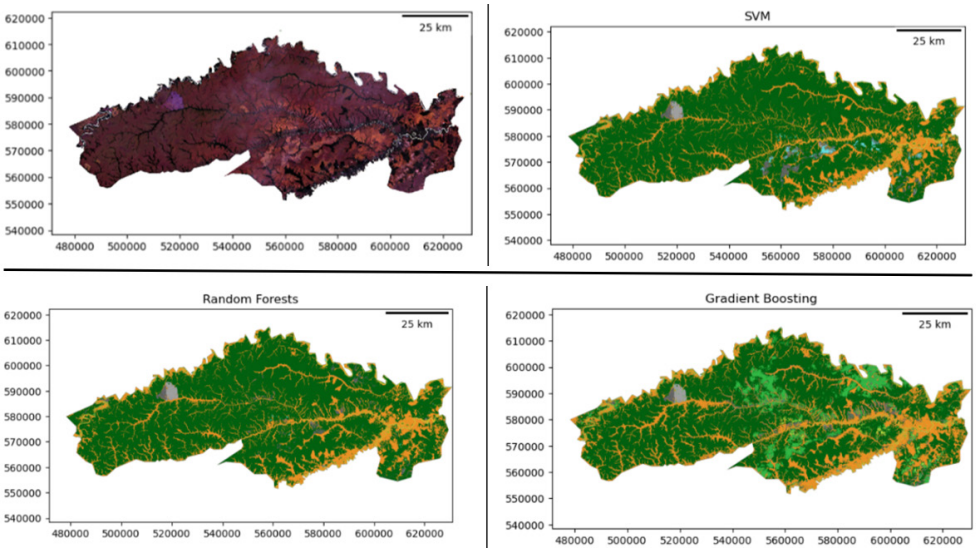


Figura 5 – Imagen original (Superior-derecha), resultado de las clasificaciones: SVM, Random Forest y Gradient Boosting.

En la figura 5, se observa que todas las clasificaciones en comparación con la imagen original son aceptables visualmente, sin embargo, mediante el uso de muestras aleatorias que se tomaron en la zona de estudio y se calculó la matriz de confusión y coeficiente Kappa para encontrar que clasificación fue la mejor. Las coberturas finales se obtuvieron luego de hacer un análisis de coberturas y revisión bibliográfica de la zona de estudio de identificaron 8 coberturas presentes (Tabla 2).

Tonalidad	Cobertura
	Area quemada
	Area quemada recuperación

Tonalidad	Cobertura
	Bosque de galería
	Herbazal
	Lagunas
	Nubes
	Rios
	Zonas arenosas

Tabla 2 – Leyenda de coberturas

La mejor clasificación obtenida en este análisis fue Random Forest (tabla 3), ya que su precisión fue la mayor de 0,93 (93%) y al igual que su índice Kappa 0,92. A partir de este resultado sobresaliente, se implementará este algoritmo en las 6 imágenes restantes. Esto permitirá cuantificar las diferentes coberturas presentes en la zona de estudio a través de la temporalidad de las imágenes.

Método	Precisión General	Índice Kappa
SVM	0.916	0.904
Gradiant Boosting	0.812	0.785
Random Forest	0.933	0.923

Tabla 3 – Resultados de la matriz de confusión por cada método en cuanto a la precisión general y coeficiente Kappa

4.5. Estimación de áreas quemadas

Con el fin de estimar el área quemada en las diferentes épocas analizadas junto con las demás coberturas, se procedió a hacer las clasificaciones supervisadas mediante Random Forest en las 6 imágenes restantes, los resultados se pueden apreciar en la tabla 4. El PNN el Tuparro cuenta con una extensión de 5532 km2. Al observar los resultados previos, se observan periodos en los cuales no se detectaron incendios como Imagen_ L9_20211110. En general se observa que los incendios han consumido entre un 5 a un 9%. Sin embargo, para febrero se observó que existió un incendio que consumió un 17% del área del parque. Además de las coberturas que más se incineran son herbazales ya que al comprarla con otras fechas su área de ha reducido en casi 20%.

Imagen	Coberturas Km2							
	area_ quemada_ recuperacion	area_ quemada	bosque_ galeria	herbazal	nubes	zonas_ arenosas	lagunas	rios
Imagen_L8_ 20210216_ 20210209	86.44	28.01	1185.01	4128.64	5.17	8.10	14.73	76.49

Imagen	Coberturas Km2							
	area_ quemada_ recuperacion	**area_ quemada**	**bosque_ galeria**	**herbazal**	**nubes**	**zonas_ arenosas**	**lagunas**	**rios**
Imagen_L9_ 20211110	33.24	-	1037.95	4358.76	5.36	3.37	34.74	59.19
Imagen _L8_ 20220102_ 20220111	222.88	534.44	1005.83	3658.34	14.36	5.25	21.24	70.18
Imagen_L8_ 20220127_ 20220219	463.86	956.23	1074.07	2947.27	-	6.77	24.19	60.17
Imagen_L9_ 20220211_ 20220220	1189.38	365.31	1068.87	2818.74	-	9.97	18.26	61.97
Imagen_L8_ 20220424_ 20220401	1898.98	431.63	996.05	2110.95	-	19.31	20.80	54.76
Imagen_L9_ 20221228_ 20230129	137.32	314.05	1071.67	3894.98	2.99	3.08	47.56	60.87

Tabla 4 – Resultados de clasificación de las imágenes usadas. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, es alentador observar que en fechas posteriores estas áreas tienden a recuperarse. En cuestión a los bosques de galería se observó que desde febrero de 2021 hubo un descenso de su área en el parque y no han podido volver a su área inicial, esto debido a la presencia concurrente de incendios en este parque.

4.6. Análisis de recuperación de vegetación

A partir de los resultados anteriores se identificaron las zonas donde más se repetían las conflagraciones y junto con un cálculo de dNBR (NBRpreincendio – NBRpost-incendio) se determinaron 5 áreas (polígono de contorno rojo) a las cuales de realizaron análisis de recuperación de le vegetación. En la Figura 6, el dNBR revela que las zonas de tonalidad café fueron las más impactadas por los incendios forestales, representando las áreas donde la severidad del daño fue más intensa. Con los polígonos determinados y se procede a extraer las estadísticas de valores NDVI y NBR medios para analizar cómo es el comportamiento y la recuperación de la vegetación en cada polígono. Como parte final se procede a la mostrar la curva de recuperación de la vegetación, ayudando a analizar la evolución de la salud de la vegetación en cada uno de los polígonos estudiados. Con el fin de implementar el algoritmo de la curva de vegetación, se optó por basar las fechas del eje x en fechas de las imágenes que abarcan la mayor área de la zona de estudio (debido a que cada imagen utilizada es el resultado de unir una o más imágenes de fechas cercanas).

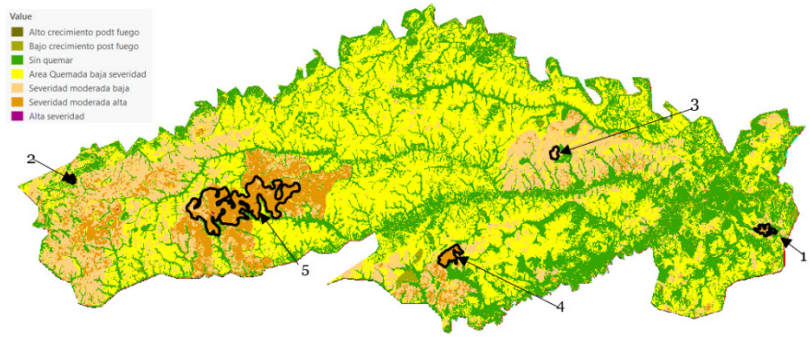


Figura 6 – Índice dNBR entre las imágenes Imagen _L9_20211110 e Imagen _ L8_20220127_20220219

Los valores NDVI presentados corresponden a los promedios de cada NDVI del píxel que conforman los polígonos. En la figura 7, se puede observar el comportamiento de los valores NDVI de los 5 polígonos. Los polígonos 1 a 3 y 5 comienza con valores NDVI por encima de 0,42, lo que significa que fueron zonas con vegetación saludable. Sin embargo, para el polígono 4 su NDVI era de 0.32, lo que puede significar que, aunque no está muerta la vegetación si hubo alguna afectación y está en proceso de recuperación, ya que todos los polígonos en noviembre de 2021 presentan valores por encima de 0.5, y se observa una gran recuperación para el polígono 4. Entre enero y abril de 2022 se observa que la vegetación en los polígonos tuvo una gran afectación, lo que, comparado con los resultados de los índices y clasificaciones, se dieron incendio en estas fechas, el polígono 3 fue el más afectado con una gran severidad y por ende su NDVI promedio cercano a 1.5, indicando unas zonas con plantas en mal estado. Desde esta temporalidad se observó una recuperación de la vegetación para los polígonos 1, 3 al 5 llegando a valores finales por encima de 0,4, es decir, existencia de vegetación con estado intermedio de salud, en recuperación. Pero para el caso del polígono 2 se observa que esta zona fue afectada en abril de 2022 y sus valores de NDVI lo demuestran llegando por debajo de 0.33, pero su recuperación fue más lenta siendo la zona con el menos valor de NDVI en la fecha final del estudio.

5. Conclusiones

El PNN El Tuparro se caracteriza por presentar varios incendios a lo largo de los años. De las 5 zonas propuestas para analizar su recuperación, se determinó que el polígono 1 y 3 fueron las que mejor presentaron recuperación, ya que para enero 2022 fueron las zonas con valores NDVI más bajos afectados por incendios, pero al terminar el estudio en la fecha final tuvieron un repunte en sus valores llegando a estar con encima de 0.42. Por lo anterior este parque natural se convierte en una zona considerable de estudios sobre la afectación de los incendios en los ecosistemas, generando una oportunidad de comprensión de los patrones y procesos que impulsan la ocurrencia repetida de incendios. Por eso ante la necesidad de realizar estudio y monitoreos en zonas como estas, la teledetección ofrece el potencial necesario para llevar a cabo esto, además que con la implementación de algoritmos y nuevas herramientas los estudios sobre estas

zonas pueden llevarse más allá que clasificar, se ve necesario profundizar en estudio de análisis de recuperación, perdida de biomasa, emisiones de gases efecto invernadero.

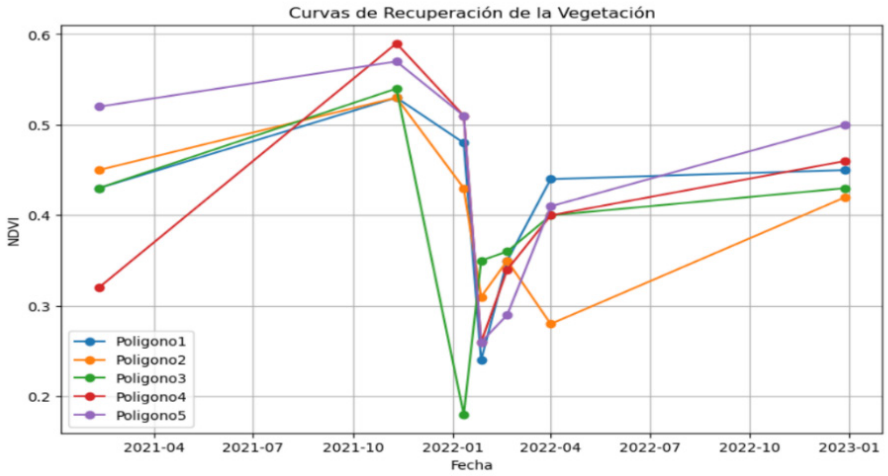


Figura 7 – Curva de recuperación de la vegetación con los índices NDVI.

Con los resultados observados, la librería rsgislib funcionó como una alternativa al software GIS en el procesamiento de imágenes satelitales para generar clasificaciones con precisiones aceptables por encima del 80%. Por ende, esta librería se propone como una herramienta valiosa y prometedora en una amplia gama de aplicaciones, al mismo tiempo que contribuye al avance y la innovación en el campo del análisis de imágenes y la ciencia de datos espaciales.

Los resultados en áreas quemadas han sido significativos, debido a la selección del clasificador de aprendizaje automático más efectivo para la clasificación. Estos hallazgos refuerzan la eficacia de nuestro enfoque y sugieren que es un gran potencial para su aplicación.

Para trabajos futuros hay varios aspectos que serían interesantes explorar, por ejemplo, implementar e integrar la segmentación de las imágenes con el fin de homogeneizar áreas y mejorar la precisión de los clasificadores. La segunda propuesta es implementar otros clasificadores que están en el repositorio de rsgislib como extra tres y cambiar parámetros como el kernel en la clasificación por SVM. Una tercera propuesta es aumentar el rango de fechas para tener ampliar la cantidad de datos e información con el fin de generar modelos de análisis de patrones y causas, evaluación daños y recuperaciones, realizar un seguimiento más preciso de la evolución de los incendios, entre otros.

Referencias

Amat, J. (2017). Árboles de decisión, random forest, gradient boosting y C5.0. Obtenido de https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/255596_70d1823f6a214d58970f39af709dad37.html

Betancourt, G. (2005). Las Máquinas de Soporte Vectorial (SVM). Scientia Et Technica, 67-72.

Botella M., & Fernández Manzo, A. (2017). Study of post-fire severity in the Valencia region comparing the NBR, RdNBR and RBR indexes derived from Landsat 8 images. Revista de Teledetección, 49, 33-47. doi:10.4995/raet.2017.7095

Brewer, J. (2016). Natural Canopy Damage and the Ecological Restoration of Fire-Indicative Groundcover Vegetation in an Oak-Pine Forest. Fire Ecology, 12, 105-126.

Caicedo, G. (2016). Perspectivas del desarrollo regional local para la Orinoquia. Orinoquía, 1-18.

Chen, Y., Morton, D. C., Jin, Y., Collatz, G. J., Kasibhatla, P. S., van der Werf, G. R., Randerson, J. T. (2013). Long-term trends and interannual variability of forest, savanna, and agricultural fires in South America. Carbon Management, 617-638.

Chuvieco, E. (1996). Fundamentos de Teledetección. Madrid: Ediciones Rialp.

Flores, A., Flores, J., González, D., Gallegos, A., Zarazúa, P., & Mena, S. (2021). Análisis comparativo de índices espectrales para ubicar y dimensionar niveles de severidad de incendios forestales. Invest. Geog.

Haykin, S. (2005). Neural Networks - A Comprehensive Foundation. Prentice Hall.

Lizundia, J., Ramo, R., & Chuvieco, E. (2020). A spatio-temporal active-fire clustering approach for global burned area mapping at 250 m from MODIS data. Remote Sensing of Environment, 236, 111493.

Lulla, K., Rundquist, B., Duane, M., Srivastava, P., & Szabo , S. (2021). Mission to earth: LANDSAT 9 will continue to view the world. Geocarto International, 36, 2261-2263. doi:10.1080/10106049.2021.1991634

Mendoza, H., & Córdoba, M. (2018). Catálogo de la flora de los Parques Nacionales Naturales de Colombia: Parque Nacional Natural El Tuparro. Biota Colombiana, 45-59. doi:10.21068/c2018.v19s1a05

Mira, J. (2018). Experimentos de predicción con Gradient Boosting y Random forest. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.

Neris, J., Santamarta, J., Doerr, S., Prieto, F., Aguallo , P., & García , V. (2016). Post-fire soil hydrology, water erosion and restoration strategies in Andosols: a review of evidence from the Canary Islands (Spain). Forest, 9, e1-e10.

Reynosa, N. (2016). Índices espectrales de vegetación para la detección de áreas quemadas. La Calera, 16(27), 111-114.

Rodríguez, V., & Bullock, S. (2013). Comparación espacial y temporal de índices de la vegetación para verdor y humedad y aplicación para estimar LAI en el Desierto Sonorense. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4, 611-623.

Saragosa, F., da Silva, C., Júnior, J., Teodoro, P., Shiratsuchi, L., Lima, M., Capristo, G. (2020). Identification of tillage for soybean crop by spectro-temporal variables, GEOBIA, and decision tree. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 19, 100356.

Theobald, O. (2017). Machine Learning for Absolute Beginners: A Plain English Introduction. (S. Press, Ed.)

van der Werf, G., Randerson, J., Giglio, L., Collatz, G., Mu, M., Kasibhatla, P., . . . van Leeuwen, T. (2010). Global fire emissions and the contribution of deforestation. Atmos. Chem. Phys., 10, 11707–11735.

Vapnik, V., & Cortes, C. (1995). Support-vector networks. Mach Learn. Kluwer Academic Publishers, 273–297.

Velasco, R. (2021). Aplicación de teledetección para estimación de severidad post-incendio. Escuela de Ingenierias Industritales. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Zules, F. (2019). Construcción de un Dataset de noticias para el entrenamiento y evaluacion de clasificadores automatizados. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 31/07/2023
Aceitação/Acceptance: 30/10/2023

La Energía solar fotovoltaica led como una alternativa de iluminación en la Ruralidad

Jorge Morales[1], Mayela Fernández[2], Carlos Román[3], Edwin Quinchimba[4], David Sánchez[5], Álvaro Carrera[6]

jmsegovia@tecnologicoismac.edu.ec; mfernandez@tecnologicoismac.edu.ec; croman@tecnologicoismac.edu.ec; equinchimba@tecnologicoismac.edu.ec; bspozo@tecnologicoismac.edu.ec; acarrera@tecnologicoismac.edu.ec

[1-6] Instituto Tecnológico Universitario ISMAC, 170184, Quito, Ecuador.

Pages: 427-441

Resumen: El sol como fuente de energía emite constantemente una potencia de 62.600 kW/m². Por ende, La energía solar fotovoltaica como energía limpia, inagotable y en crecimiento, es considerada como una solución para la reducción de gases de efecto invernadero. El objetivo del estudio es analizar el impacto de las variables meteorológicas en el rendimiento de lámparas fotovoltaicas de iluminación led en zonas rurales, considerando que Ecuador cuenta con radiación solar alta debido a su ubicación geográfica. Según los diferentes simuladores el índice de radiación solar promedio varía entre 4,01 y 4,25 H (kW/m²/día), cotejado con 3.7 kWh/m²/día a través de una estación meteorológica instalada en el lugar. A su vez mediante Python se representa gráficamente los datos derivados del análisis meteorológico y eléctrico del sistema. Finalmente se determina como las variables de temperatura y radiación afectan directamente al comportamiento de carga del sistema.

Palabras-clave: Energía renovable; Sistema fotovoltaico; Iluminación LED; Parámetros espaciales; Parámetros meteorológicos.

LED photovoltaic solar energy as an alternative lighting in rural areas

Abstract: The sun as an energy source constantly emits a power of 62,600 kW/m². Therefore, photovoltaic solar energy as clean, inexhaustible and growing energy, is considered as a solution for the reduction of greenhouse gases. The objective of the study is to analyze the impact of meteorological variables on the performance of photovoltaic led lighting lamps in rural areas, considering that Ecuador has high solar radiation due to its geographical location. According to the different simulators, the average solar radiation index varies between 4.01 and 4.25 H (kW/m²/day), compared with 3.7 kWh/m²/day through a weather station installed on site. In turn, using Python, the data derived from the meteorological and electrical analysis of the system is graphically represented. Finally, it is determined how the temperature and radiation variables directly affect the load behavior of the system.

Keywords: Renewable energy; photovoltaic system; led lighting; spatial parameters; meteorological parameters.

1. Introducción

El crecimiento de las energías renovables es imparable, según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) el suministro eléctrico global para el 2018 era del 26% y para el 2040 se pronostica una utilización del 44 %, la cual proporcionará 2/3 del incremento de la demanda eléctrica, principalmente a través de la energía eólica y fotovoltaica (AIE, 2020), que están en constante evolución tecnológica.

En la actualidad, la energía renovable se ha convertido en una alternativa atractiva para el suministro de energía eléctrica en áreas rurales, debido a su accesibilidad y costo. Uno de los sistemas más utilizados para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables es el sistema fotovoltaico. En este sentido, la iluminación en parques rurales es un aporte a la descongestión del sistema energético del país y al planeta, como consecuencia la implementación de sistemas fotovoltaicos podría ser una solución viable y sostenible para satisfacer esta demanda. Por lo cual se formula la siguiente pregunta de esta investigación ¿Los sistemas fotovoltaicos son una alternativa de energía renovable para la iluminación en la ruralidad en el Distrito Metropolitano de Quito?, que se pretende responder a lo largo del presente este artículo.

2. Trabajos relacionados

Según (Charfi et al., 2018), en el artículo "Performance evaluation of a solar photovoltaic system" presentaron un estudio experimental de un panel particular. El artículo analizó el efecto de la temperatura y su influencia negativa en las celdas solares, siendo esta una limitación importante en su rendimiento. El experimento involucra pruebas del sistema solar en dos tipos de suelos (blanco y gris) y con dos ángulos de inclinación (15° y 30°). Los resultados indican que el rendimiento del panel es óptimo cuando se encuentra inclinado y se coloca sobre un suelo de color blanco. Asimismo, se utiliza el modelo CFD para comparar el rendimiento térmico del sistema solar en cuestión con el de un sistema fotovoltaico plano, demostrando que la menor temperatura lograda a través del auto enfriamiento conduce a una producción eléctrica más eficiente.

A su vez, el análisis eléctrico es un estudio fundamental para evaluar el rendimiento y eficiencia en paneles solares. Según el estudio realizado por (Novoa et al., 2020) se propone utilizar técnicas de simulación para modelar el comportamiento eléctrico de los paneles solares en diferentes condiciones de operación, esto permite obtener datos más precisos sobre la corriente y tensión manejadas por el panel solar en función de la intensidad de luz incidente y la temperatura ambiente. También el trabajo expuesto por (Cortés et al., 2020) resalta la importancia de realizar mediciones en tiempo real del rendimiento de los paneles solares para detectar posibles problemas o degradación a lo largo del tiempo, estos análisis eléctricos contribuyen en el de la eficiencia y la vida útil de los paneles solares, así como también optimizan la instalación y el diseño de sistemas fotovoltaico con previo estudio de cada caso.

El análisis eléctrico de paneles solares es esencial para comprender y mejorar la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, las curvas de corriente-voltaje (I-V) y potencia-voltaje (P-V) son condiciones a tomar en cuenta para su desarrollo, según (Vargas & Navia, 2015) se puede utilizar un microprocesador Arduino UNO para generar una interface para los datos del panel, por lo que los microprocesadores de bajo costo tienen la suficiente

capacidad de procesamiento en tiempo real, consecuentemente son considerados para la adquisición de datos eléctricos.

Según (Cortés et al., 2020), estos análisis se basan en modelos matemáticos que describen el comportamiento de los paneles solares. Los parámetros clave incluyen la corriente de cortocircuito, el voltaje de circuito abierto, la corriente y voltaje máximos de potencia, la eficiencia del panel y la influencia de la degradación a lo largo del tiempo. Cabe mencionar que los avances en análisis eléctrico no solo tienen implicaciones en la mejora de la eficiencia de los paneles solares, sino también en la optimización de sistemas completos de generación solar y en la integración efectiva de la energía solar en las redes eléctricas.

Considerando que las energías alternativas están creciendo considerablemente a la par con las nuevas tecnologías referente para la fabricación de paneles fotovoltaicos, baterías e inversores de alta eficiencia, la iluminación led es la más favorecida gracias a su menor consumo de energía final a través de las baterías logrando obtener autonomías para cubrir la totalidad de horas sin presencia de la iluminación del sol. Actualmente el desconocimiento de estas nuevas tecnologías en sistemas fotovoltaicos hace que la población de Ecuador apueste por la energía tradicional de las empresas distribuidoras de energía eléctrica local, pero si se incentiva el uso de las nuevas tecnologías de iluminación led es favorable ya que cada vez los precios de los equipos son más accesibles y se obtiene una mejor rentabilidad económica. Según (Buitrago & Fernández, 2017) menciona también que al tener sistemas fotovoltaicos más eficientes también se menciona la reducción de la huella de carbono y abren paso a la eficiencia energética en la conservación y protección de los recursos.

3. Metodología

Partiendo de un enfoque cuantitativo, con un tipo de investigación experimental y una técnica de levantamiento de datos, donde se tomó como punto de partida un análisis bibliográfico y seguidamente se trabajó con variables espaciales, meteorológicas, de iluminación y eléctricas. La metodología se basa en la consecución de las siguientes fases: En la primera fase se realizó una revisión bibliográfica a partir de trabajos relacionados en el tema. La segunda fase planteó un análisis de visualización de parámetros geoespaciales de radiación solar y sus respectivos indicadores. En la tercera fase el software DIALUX permitió establecer la distribución óptima de luminarias led, su inclinación, altura, potencia, tensión de operación y la eficiencia máxima led (Lm/w). En la cuarta fase se implementó el sistema fotovoltaico led en zona rural. En la quinta fase a través de una estación meteorológica se realizó el análisis de datos referentes al potencial solar lo que permitió cotejar con los datos meteorológicos y establecer conclusiones. En la última fase se procedió a medir parámetros meteorológicos y eléctricos con la finalidad de verificar la eficiencia del sistema fotovoltaico led.

3.1. Selección de la zona rural

Para la implementación del sistema fotovoltaico se tomó el parque del barrio Santa Rosa de los Pinos, que es una comunidad rural ubicada en la parroquia de Tumbaco, perteneciente al cantón Quito en la provincia de Pichincha-Ecuador.

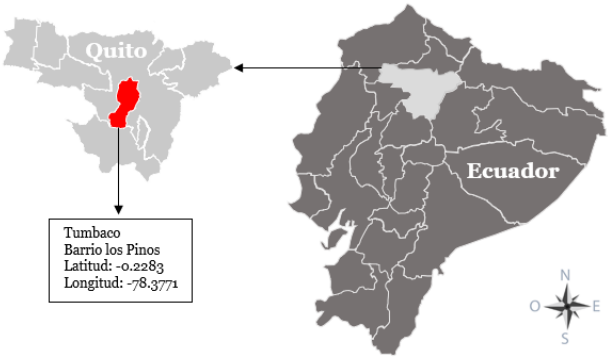


Figura 1 – Ubicación geográfica de la implementación del sistema fotovoltaico

3.2. Estimación radiación solar

El diseño del sistema fotovoltaico requiere conocer la radiación solar existente en el área geográfica de la investigación, por lo que se utilizó el parámetro H "Monthly Averaged Insolation Incident on Horizontal Surface" que representa la radiación solar incidente promedio diaria, que llega a una superficie horizontal para un mes determinado en unidades de kilovatios por metro cuadrado por día para cada mes.

Esta radiación se la obtuvo mediante datos satelitales proporcionados por la National Aeronautics and Space Administration (NASA), a través de la Comisión Europea en el Photovoltaic Geographical Information System(PVGIS) y el programa Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources (Homer). A continuación, se detalla el método que utiliza cada programa para determinar la radiación solar en un lugar específico.

NASA, mediante sistemas satelitales obtiene valores medios diarios de los datos meteorológicos y solares que son la base para el programa de Predicción de Recursos Energéticos Mundiales (Stackhouse, 2023), donde se considera la ubicación geográfica del lugar y los valores promedios de H generados en intervalo temporal de 2005 -2020 en la que se encuentra disponible la información.

PVGIS, obtiene los datos de irradiación solar global sobre plano horizontal a través de la base de datos PVGIS-ERA5, que representa el último producto global generado por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (Milosavljević et al., 2022), donde se toma un intervalo temporal: 2005-2020, como resultado se obtiene la irradiación mensual de cada año, y finalmente se obtiene un promedio mensual en toda la temporalidad.

HOMER, toma recursos digitales que proporcionan datos promedios de radiación solar desde la web EnergyPlus, en la sección de "Weather Data" al introducir los datos de radiación, se obtiene una tabla de valores que representa las radiaciones promedio

diarias para cada mes (Peñalvo et al., 2019), además presenta el promedio anual de la radiación presente en una superficie horizontal (Bekele & Tadesse, 2012).

En la Tabla 1, se muestra los datos obtenidos de radiación H de la zona rural, que proporcionan las diferentes plataformas.

Mes	H (kW/m²/día)		
	PVGIS	NASA	Homer
Enero	3,92	4,07	4,14
Febrero	3,74	3,84	4,35
Marzo	3,53	3,72	4,55
Abril	3,79	3,86	4,33
Mayo	4,25	3,82	4,12
Junio	3,73	3,86	4,02
Julio	3,91	4,08	4,27
Agosto	4,46	4,31	4,46
Septiembre	4,63	4,35	4,27
Octubre	4,19	4,31	4,24
Noviembre	4,02	4,25	4,3
Diciembre	3,9	3,96	3,98
Promedio anual	4,01	4,04	4,25

Tabla 1 – Monthly Averaged Insolation on Horizontal Surface

En sistemas autónomos con almacenamiento, es posible considerar valores ligeramente más bajos de radiación solar global promedio, ya que el sistema puede almacenar energía para su uso posterior. Los valores en el rango de 3,5 a 4,5 kWh/m²/día podrían ser adecuados para carga de los sistemas (García & García, 2019). Con los datos obtenidos de promedio anual de radiación tanto de PVGIS, NASA y Homer, la radiación presente en el área, proporcionaría la energía solar suficiente para el funcionamiento normal del sistema.

Para determinar la cantidad de radiación H, que necesita una lámpara para carga de su sistema, se considera que cada lámpara cuenta con una batería de 3.2V, corriente de 4000mAh, un panel de 1.2W y con una superficie de 400x200 mm del panel policristalino, con esta información primero se calcula la capacidad de energía requerida para cargar la batería y finalmente evaluar cuánta radiación solar se necesita para generar dicha energía.

Capacidad de energía de la batería en vatios-hora (Wh).

$$E_b = \frac{V_b * Ah}{1000} \tag{1}$$

Donde:

E_b = Capacidad de energía de la batería (Wh)

V_b = Voltaje de la batería (V) = 3.2V

Ah = Capacidad de la batería en miliamperios-hora (mAh) = 4000mAh

$$E_b = \frac{3.2 * 4000mAh}{1000} = 12.8Wh$$

Tiempo de carga de la batería.

$$Tiempo\ de\ carga = \frac{E_b}{Potencia\ del\ panel\ solar\ (kW)} \quad (2)$$

$$Tiempo\ de\ carga = \frac{12.8Wh}{0.0012kW} = 10.67\ horas$$

Determinar cuánta radiación solar (kW/m²/día) se necesita para generar la energía hacia la carga de la batería.

$$Radiación\ solar\ requerida = \frac{E_b}{Tiempo\ de\ carga * \ rea\ del\ panel\ solar(m^2)} \quad (3)$$

$$Radiación\ solar\ requerida = \frac{12.8Wh}{10.67\ horas * (0.04m * 0.02m)}$$

$$Radiación\ solar\ requerida = 14.99\ W/m^2/día$$

Por lo tanto, se necesita aproximadamente $0.015\,kW/m^2/día$ de radiación solar global horizontal para cargar completamente la batería en un día, asumiendo una eficiencia del sistema del 100%.

3.3. Diseño del sistema

Los niveles requeridos de lux en los parques de recreación de Ecuador pueden variar según una serie de factores, incluido el tamaño del parque, el tipo de actividades que se llevan a cabo y las regulaciones locales como las normas INEN 069 y CONELEC 008/11, que establecen valores mínimos de 25 luxes y los niveles de uniformidad general deben superar el 40% (CONECEL, 2011; INEN, 2016).

Descripción	Valores
Código	P23998
Potencia (W)	150
Tensión operación (V)	4.5

Descripción	Valores
Flujo luminoso máx luminaria (lm)	2673 – 8100
Eficiencia máx módulo led (Lm/W)	100
Temperatura de color (k)	6500
IRC	70
Vida útil (h)	20000

Tabla 2 – Características técnicas de la lámpara led

Las áreas de juegos infantiles requieren una iluminación más intensa para garantizar una buena visibilidad y seguridad (Smith & Doe, 2021). A continuación, se plantea el modelo de alumbrado y sus características técnicas realizado en el software Dialuxevo para proyectos de iluminación, con luminarias fotovoltaicas led de marca Sylvania P23998 existente en el mercado, área útil del parque de 314 m², mediante seis lámparas que deben estar situadas con postes de 4 metros, con un ángulo de inclinación de 35°, generando un nivel de uniformidad luminosa del 46%.

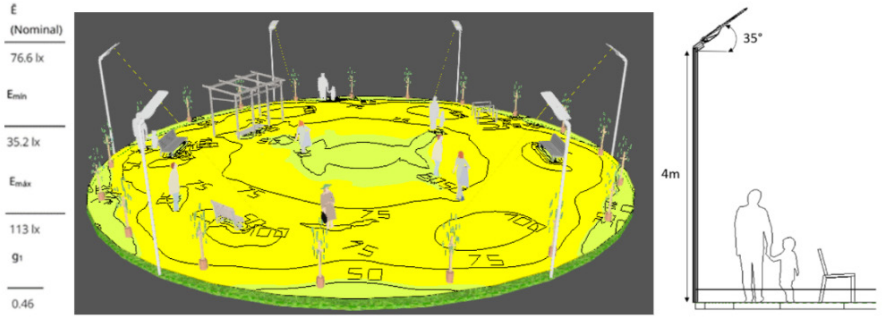


Figura 2 –Modelo de alumbrado fotovoltaico en zona rural.

3.4. Instalación



Figura 3 – Implementación del sistema fotovoltaico

La implementación del sistema fotovoltaico en un entorno de parque rural se llevó a cabo partiendo de la evaluación de la radiación solar disponible en el lugar, un diseño óptimo acorde con las necesidades de iluminación y normativa vigente. La adquisición de los componentes necesarios, lámparas fotovoltaicas y estructuras de montaje, se lleva a cabo en conformidad con el diseño establecido. Finalmente, se ejecutan pruebas para asegurar el rendimiento eficiente del sistema antes de su puesta en funcionamiento y se brinda capacitación a la comunidad respecto al uso y el mantenimiento del sistema.

3.5. Recopilación de datos

3.5.1 Estación Meteorológica



Figura 4 – Estación meteorológica

Con el objeto de recolectar información de niveles de radiación (W/m²), velocidad del viento (Km/h), precipitaciones (mm), temperatura (°C), se instaló una estación meteorológica, la misma que recopiló información cada 10 minutos, los mismos que una vez obtenidos, se utilizan para el análisis que es presentado en esta investigación.

Descripción	Información
Fabricante	Ambient Weather
Modelo	WS-2000
FCC ID	2AKBPESP8266
Tensión operación (Vdc)	5Vdc
Rango envío datos radio frecuencia	915 MHz
WIFI	2.4 GHz
Batería externa	3 pilas AA
Pantalla	Color TFT intuitiva

Tabla 3 – Características técnicas estación meteorológica

3.5.2 Led Light Meter (Luxómetro)

A fin de realizar mediciones precisas de la intensidad de Luz - luxes generados por la lámpara fotovoltaica, se empleó un luxómetro Lutron LX-1148SD. El dispositivo se conecta a una computadora a través del cable RS232 y el software SW-U801-WIN (Instruments, 2023) permite la adquisición y el registro de datos.

Descripción	Valor
Rango	2/20/100 x1000 lux
Tensión operación	9 V dc
Tiempo de Respuesta	1 seg
Calibración	Certificado N° LL-2023-1352
Precisión	±(4 %+2 dgt)
Resolución	1 lux

Tabla 4 – Características técnicas Luxómetro LX – 1148SD

3.5.3 Medición de parámetros eléctricos

Para la adquisición de datos de corriente y voltaje de la batería de Litio que corresponde al sistema eléctrico del panel solar, se utilizó una tarjeta electrónica programable Arduino junto a la aplicación PLX-DAC, la cual permitió la comunicación serial de la herramienta Excel con el IDE de Arduino, generando un vínculo serial directo mediante la biblioteca Serial.print().

El sensor utilizado para adquirir la señal de corriente es del modelo ACS712, este dispositivo funciona con corriente directa hasta 20 amperios y envía un dato análogo según incremente o disminuya el flujo de electrones.

En la adquisición de voltaje, se toma en cuenta la carga y descarga en el panel solar, utilizando un sensor FZ01430, el mismo que trabaja con el concepto de divisor de voltaje con un rango de operación de hasta 25 VDC. El sensor mide tensión directa por lo que se debe tomar en cuenta la polaridad una vez conectado a la placa.

El esquema de conexión eléctrico se muestra en la figura 5.

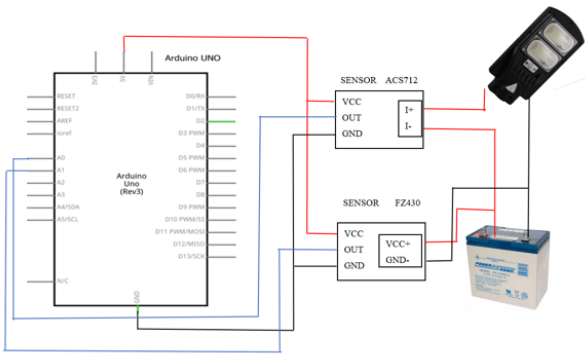


Figura 5 – Esquema eléctrico de conexión con tarjeta Arduino y sensor de voltaje y corriente.

4. Resultados y análisis

Utilizando los datos recopilados de la estación meteorológica y las mediciones eléctricas del sistema, se emplea el lenguaje de programación Python para la representación

gráfica y visualización de la información. Esta integración de datos y procesamiento computacional se lleva a cabo con la finalidad de efectuar el análisis y la interpretación de los datos recopilados, permitiendo así la identificación de patrones, tendencias y relaciones significativas entre las variables meteorológicas, eléctricas empleadas en este estudio.

4.1. Estación meteorológica

En la figura 6, se evidencia la temperatura ambiental con los niveles de radiación registrada por la estación meteorológica, por una parte, tenemos que en días soleados donde se registraron temperaturas superiores a los 24°C, se alcanzó niveles de radiación por sobre los 800 W/m² entre las 10:30 y las 13:30, en contraposición con los niveles de radiación alcanzados en los días con registros de temperatura menor (días nublados), donde difícilmente superan los 400 W/m². Lo que nos permite confirmar que existe una relación directa entre la temperatura ambiental y el nivel de radiación que podrá ser aprovechado por el panel solar.

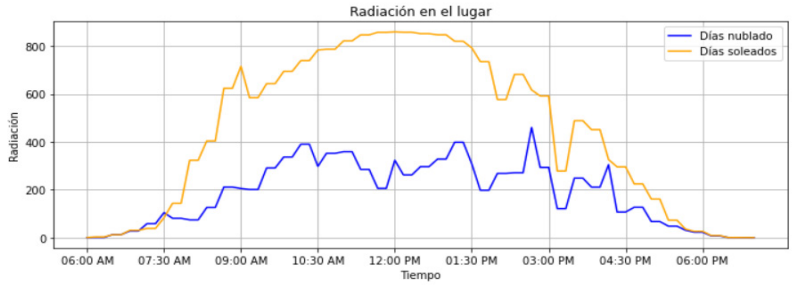


Figura 6 – Radiación entre el día más soleado y el día con la temperatura más baja.

Tomando en consideración la radiación obtenida en días con precipitaciones se puede observar en la figura 7 que no fueron días totalmente nublados, presentando niveles de radiación altos, alcanzando incluso los picos más altos de radiación con valores por sobre los 1000 W/m² y el máximo obtenido que fue de 1200 W/m², intercalados con los momentos en que se presentaron las precipitaciones llegando a valores de radiación entre 200 y 400 W/m².

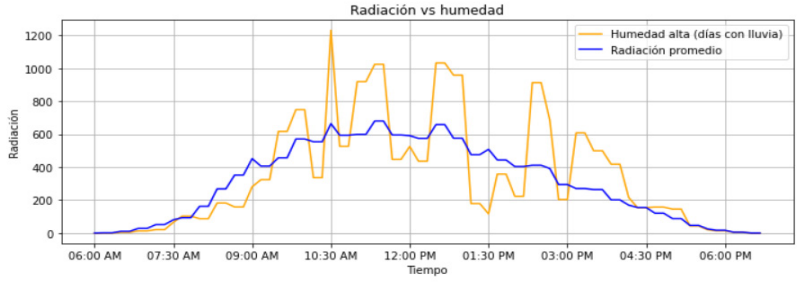


Figura 7 –Radiación con humedad alta y la radiación promedio

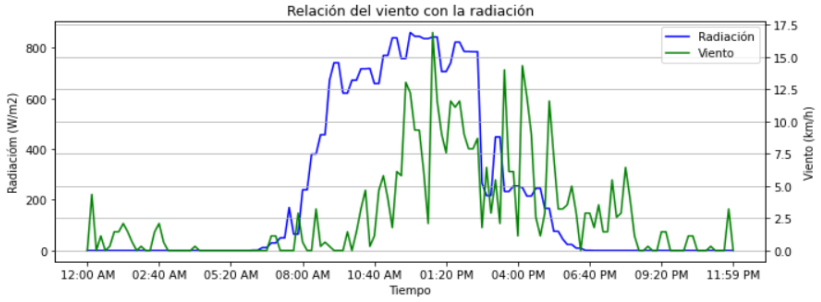


Figura 8 – Comparación entre niveles de viento y radiación

En la figura 8, se compara la radiación del día que presentó los niveles más altos de viento y ráfagas de viento. La velocidad máxima del viento es de 17 Km/h (corresponde a un nivel flojo según la escala de Beaufort), coincide con los niveles máximos de radiación de ese día (800 W/m²), si bien entre las 15:00 y 17:00 se observa una caída en la radiación en contraposición a un incremento de velocidad del viento, esos valores se reflejan por un incremento en la nubosidad más que por acción del viento.

La radiación promedio en función de las horas del día, obtenida en el transcurso de esta investigación permitió determinar que en un período de 8 horas diarias los niveles de radiación se encuentran entre los 200 a 850 W/m², lo que en base a los datos del fabricante de las lámparas led solar, es suficiente para cargar las baterías y proporcionar luz constante de 12 a 14 horas. De forma adicional en los días donde se presentó los mayores niveles de viento, la radiación está por encima del promedio obtenido, lo que ratifica que los niveles de viento presentados en la zona de la instalación de las lámparas no representan un impacto negativo para la carga.



Figura 9 – Radiación global Horizontal

En la figura 9, con la información de los datos meteorológicos de radiación W/m², se realiza la obtención de la radiación global horizontal desde el mes de enero que el

sistema inicia su funcionamiento, con cierre al mes de agosto, donde se obtiene que la radiación H para cada mes del intervalo. Se determina una radiación promedio de 3.7 kWh/m²/día, también se compara con el parámetro de clearness index, que en el mes de junio disminuye hacia un valor de 0.27, donde se presenta mayor nubosidad en el sector lo cual provoca que la radiación también se reduzca a 2.85 kWh/m²/día.

4.1. Parámetros eléctricos

La figura 10, muestra la relación entre la intensidad de iluminación en luxes y el voltaje correspondiente en un conjunto de mediciones, obtenidas a partir de experimentación que empleó la lámpara fotovoltaica de 150 W como fuente de luz.

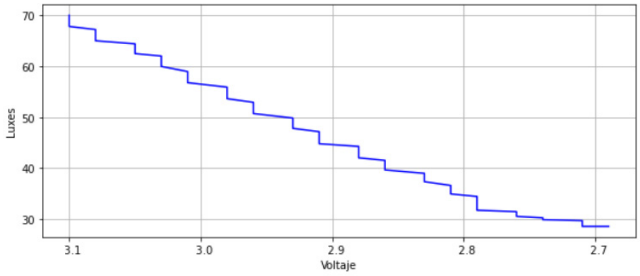


Figura 10 – Relación entre intensidad de luz y voltaje

La lámpara fotovoltaica trabaja a un voltaje máximo de carga de 3.1 V. A lo largo de la toma de datos, se observa la relación entre directa entre la disminución gradual en el voltaje de la batería y los luxes generados como una respuesta natural del sistema. La relación entre estos dos factores se vuelve evidente a medida que el voltaje disminuye, lo que refleja la naturaleza intrínseca del sistema de iluminación. Se determinó mediante experimentación, que si el voltaje de la batería llega a 2.69 V, la lámpara se apaga completamente.

El comportamiento eléctrico del panel está regido a su alimentación, por lo cual hay que tomar en consideración que la batería que alimenta el sistema es de Litio, por lo tanto, el Voltaje nominal de la batería no va a superar los 3.5 Voltios DC.

La figura 11 muestra el comportamiento del voltaje en la batería cuando se carga, bajo ciertas condiciones de radiación.

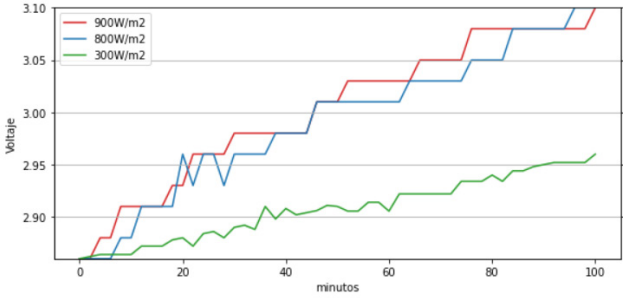


Figura 11 – Comportamiento del voltaje de la batería en estado de carga con radiaciones de 900, 800 y 300 W/m².

El gradiente del voltaje en estado de carga representado en la figura 11, se debe a la función estándar de los paneles al acumular energía fotovoltaica y transmitirlos a la batería de litio, es directamente proporcional a la radiación y por ende a menor radiación mayor será el tiempo requerido para la carga, conforme avance el tiempo la batería alcanzará su estado nominal, por otra parte la corriente de consumo no se presenta, debido a que cuando se encuentra en fase de carga la presencia lumínica por parte del sol y el sensor de luz LDR mantiene a la lámpara apagada.

Para el análisis eléctrico en descarga la figura 12, muestra la recopilación de los datos de voltaje y corriente de las dos últimas horas de funcionamiento, que es donde el comportamiento del voltaje y corriente cambian y empiezan a decrecer hasta llegar a niveles de voltaje alrededor de 2.6 V, donde la lámpara se apaga automáticamente.

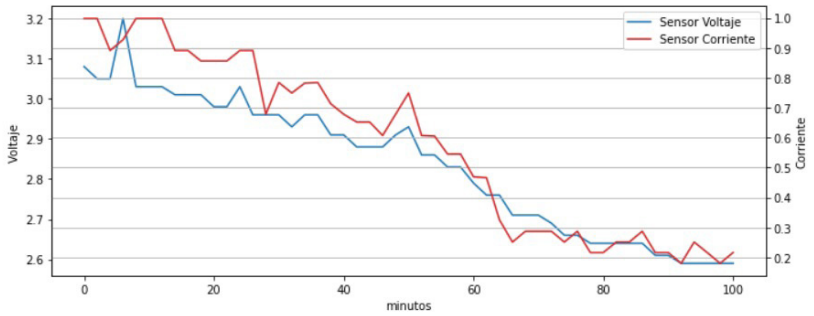


Figura 12 – Comportamiento del voltaje y corriente de la batería en estado de descarga

5. Conclusiones

Aprovechando la radiación solar para generar electricidad, se puede reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y minimizar el impacto ambiental, con la implementación de sistemas fotovoltaicos en parques rurales se proporciona el acceso a energía limpia y sostenible, al tiempo que promueve el desarrollo de las comunidades locales. Esta iniciativa mejora la seguridad del entorno, contribuye al bienestar de los residentes y promueve un enfoque eco-amigable impulsando un futuro energético más responsable.

Realizar la estimación de radiación solar previa es muy importante, para determinar si la radiación presente en el lugar es la idónea para la carga del sistema fotovoltaico, según los datos de los programas empleados se obtiene valores desde 4,01 a 4,25 (kW/ m^2/día), y con la data de radiación de la estación meteorológica, desde su instalación se obtiene el valor promedio en sitio de 3.7 (kW/ m^2/día) que es suficiente para la carga de las lámparas fotovoltaicas.

El aporte de datos de la estación meteorológica permitió analizar el comportamiento de la radiación solar, en los ocho meses de investigación. Estableciendo que la ubicación de las lámparas sobrepasa los parámetros mínimos de funcionamiento, que en días de viento la radiación promedio fue de 448 W/m^2, que la humedad del ambiente relacionada

directamente con días lluviosos presenta en promedio 367 W/m², en días nublados fue en promedio de 199 W/m² y que el promedio en días soleados fue de 482 W/m².

Los resultados del experimento que relaciona la intensidad de iluminación en luxes con el voltaje de la lámpara fotovoltaica instalada, revelan una relación clara entre ambos factores. A medida que el voltaje disminuye, los luxes disminuyen proporcionalmente, y la lámpara se apaga por completo a un valor de 2.69 V.

En el mes de junio se registra la radiación horizontal más baja en el área, con 2.85 (kW/m²/día) y presenta un clearness index de 0.37, lo cual muestra que a mayor nubosidad en la zona se reduce la radiación, sin embargo el sistema implementado no se ve afectado, debido a que la energía solar es suficiente para el funcionamiento normal del proceso de carga del sistema.

El período necesario para una carga completa, con una radiación solar de al menos 200 W/m², desde una batería completamente descargada es de 10 horas. No obstante, es crucial tener en cuenta que las luminarias cuentan con un sistema de regulación de luminosidad controlado por un sensor de movimiento, lo que conduce a una eficiente administración del consumo de energía, por lo tanto es poco probable que las baterías se agoten por completo al iniciar una nueva fase de recarga diaria.

Los datos y las relaciones obtenidas en este estudio revelan un potencial significativo para mejorar la optimización y el control preciso de sistemas de iluminación que utilizan fuentes fotovoltaicas. Además de proporcionar valiosa información para futuras implementaciones y mejoras en sistemas de iluminación más eficaces y adaptables, estos resultados representan un avance importante en la búsqueda de una mayor eficiencia energética y sostenibilidad en las aplicaciones de iluminación basadas en energía solar.

Referencias

Agencia Internacional de la Energía. (2020). Perspectivas de las energías renovables 2020. *Informe n° 2020/11*. https://www.iea.org/reports/renewables-2020?language=es

Ambient Weather. (2023). Estación meteorológica WS-2000 Smart weather station. https://ambientweather.com/

Bekele, G., & Tadesse, G. (2012). Feasibility study of small Hydro/PV/Wind hybrid system for off-grid rural electrification in Ethiopia. *Applied Energy*, 97, 5–15. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.11.059

Buitrago, A. M. R., & Fernández, F. G. (2017). Reducción de la huella de carbono por medio de la implementación de un sistema fotovoltaico en el sector hotelero. caso de estudio Anaira Hostel (Leticia-Amazonas - Colombia). *Revista de Tecnología*, 16(1), 169–182.

Charfi, W., Chaabane, M., Mhiri, H., & Bournot, P. (2018). Performance evaluation of a solar photovoltaic system. *Energy Reports*, 4, 400–406. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2018.06.004

CONECEL. (2011). Consejo Nacional De Electricidad regulación No. 008/11 (pp. 10-11).

Cortés, C., Gómez , G., Betancur L., Carvajal, S., & Guerrero G. (2020). Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales. *TecnoLógicas*, *23*(47), 1–21.

Novoa, J., Alfaro, M., Alfaro, I., & Guerra, R. (2020). Determinación de la eficiencia de un mini panel solar fotovoltaico: una experiencia de laboratorio en energías renovables. *Educación química*, 31(2), 22-37.

García, J. A., & García, J. L. (2019). Diseño y construcción de un sistema fotovoltaico autónomo para la electrificación rural en Colombia. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 1-11.

INEN. (2016). Instituto Ecuatoriano De Normalización Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) 069.

Instruments, L. (2023). Luxmeter LUTRON LX-1148SD. Lutroninstruments.Eu. https://www.lutroninstruments.eu/luxmeter/luxmeter-lutron-lx-1148sd/

Milosavljević, D., Kevkić, T., & Jovanović, S. (2022). Review and validation of photovoltaic solar simulation tools/software based on case study. *Open Physics*, 20(1), 431–451. https://doi.org/10.1515/phys-2022-0042

Vargas, B. & Navia, A. (2015). Desarrollo de un sistema de control para la captura y medición experimental de la eficiencia y curva característica (I-V) en tiempo real de un sistema fotovoltaico utilizando Labview® y Arduino. *Investigación & Desarrollo*, 1(15), 49-64.

Peñalvo, E., Cárcel, F., Alfonso, D., & Sancho, A. (2019). Herramienta HOMER. *Análisis del recurso solar*. 122958. https://riunet.upv.es/handle/10251/122958

Stackhouse, P. (2023). Nasa power. *Nasa.gov*. https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/

Smith, J., & Doe, J. (2021). Journal of Lighting Technology, 3(2), 45-56. https://doi.org/10.1234/jlt.2021.3.2.45

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/09/2023
Aceitação/Acceptance: 06/11/2023

La gestión del conocimiento en emprendimientos: Revisión bibliométrica utilizando la teoría del enfoque meta analítico consolidado (TEMAC)

Ingrid Eliana Orlandini Gonzalez[1], Ximena Alejandra Canedo Avila[2], Infrid Grissel Rengel Arancibia[3]

orlandini.ingrid@usfx.bo; canedo.ximena@usfx.bo; rengel.grissel@usfx.bo

[1] Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, 212, Sucre, Bolivia.

[2] Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, 212, Sucre, Bolivia.

[3] Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, 212, Sucre, Bolivia.

Pages: 442-460

Resumen: El objetivo de este documento es identificar los aspectos relevantes de la gestión del conocimiento aplicada al emprendedurismo en los últimos cinco años (2019-2023). La metodología usada fue la Teoría del Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC) analizando 119 artículos en Scopus. Como resultado, se evidenció que la mayoría de autores usan SECI como modelo de creación de conocimiento; otros usan la Teoría de Difusión de Conocimiento Empresarial (KSTE) o el modelo ENTRE-U. Adicionalmente, se elucidó la producción investigativa regional, siendo Europa la más prominente. Finalmente, se identificó las principales líneas de investigación, entre ellas: la relación entre gestión de conocimiento y el éxito empresarial, la orientación a emprender, y el rol de universidades y centros en la formación de emprendedores. La limitación de esta investigación es el uso de una sola base de datos como es Scopus.

Palabras-clave: Gestión del conocimiento, emprendimiento, innovación, educación para emprender; TEMAC.

Knowledge management in entrepreneurship: Bibliometric review using the theory of the consolidated meta-analytic approach (TEMAC)

Abstract: This paper's primary goal is identifying the relevant aspects of Knowledge Management (KM) applied to entrepreneurship in the last five years (2019-2023). To this aim, 119 documents in Scopus were analyzed using the Theory of the Consolidated Meta-analytic Approach (TEMAC). As a result, this study found that most studies use SECI as a knowledge creation model; others include the Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship (KSTE) and ENTRE-U. A second aspect elucidated by this study is the regional research production of KM in entrepreneurship, with Europe as the more prominent producer. Finally, this study identified the relationship between KM and entrepreneurial success, entrepreneurial orientation, and the role of universities and centers in KM as the

primary research areas in entrepreneurial KM. A limitation of this research is the use of a single database, namely Scopus.

Keywords: Knowledge management, entrepreneurship, innovation, entrepreneurial education, TEMAC.

1. Introducción

En la era de la sociedad del conocimiento, que sienta sus bases en la innovación y la creación de valor a través del conocimiento, la disciplina de la gestión del conocimiento es trascendental para sumergirse en ella. Al respecto, el estudio del conocimiento aparece a mediados de la década de los 90s con la teoría de Nonaka (1994) quien propone que la gestión del conocimiento es un proceso sistemático con el que las organizaciones generan, comparten y utilizan el conocimiento de forma efectiva para mejorar su desempeño y competitividad.

Varios estudios señalan que el conocimiento impulsa la innovación y la competitividad si éste se convierte de tácito en explícito (Andriani et al., 2019; Nonaka, 1994; Santoso et al., 2020) se entiende que el conocimiento tácito es personal y subjetivo, basado en la experiencia individual, la intuición y la habilidad, mientras que el conocimiento explícito es fácilmente transferible y compartible entre las personas y se puede almacenar y distribuir en una organización. En este sentido, la gestión del conocimiento permite comprender cómo los emprendimientos pueden fomentar la innovación y mejorar su capacidad para crear y utilizar el conocimiento de manera apropiada; tanto la evidencia teórica como la empírica, propone que la creación interna y la dispersión externa de conocimiento permite lograr la competitividad y mejorar el desempeño del negocio.

La importancia de la implementación de la gestión del conocimiento en la aceleración de la competitividad en emprendimientos ha sido estudiada por varios autores (Andriani et al., 2019; Audretsch & Link, 2019; Caiazza et al., 2020; Jones & Ratten, 2021) pero ¿Cómo implementar la gestión del conocimiento desde las funciones de las incubadoras de emprendimientos o desde las universidades para lograr negocios sostenibles? Para responder a esta interrogante es necesario identificar las perspectivas relevantes de estudio de gestión de conocimiento en los últimos cinco años, de esta manera el objetivo de esta investigación es realizar un estudio bibliométrico que presente un estado de la cuestión sobre la temática entre los años 2019 y 2023, la metodología usada es la Teoría del Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC).

Un estudio bibliométrico se define como un proceso de sistematización que permite analizar cierta temática apoyado en indicadores que evidencien la productividad de los científicos (Duque & Cervantes-Cervantes, 2019), de esta manera, el presente estudio describe los diferentes enfoques y avances sobre la temática abordada incluyendo la colaboración entre autores, la actividad científica por país, el análisis de citación y las revistas que tienen más publicaciones al respecto, entre otros aspectos.

A continuación, se presenta un breve fundamento teórico del tema, en una segunda parte se presenta la metodología utilizada en la investigación; en la tercera parte se describen los resultados obtenidos y en una última parte se exponen las conclusiones.

2. Fundamento teórico

Gestión del conocimiento

Aunque no existe consenso respecto de los inicios de la teoría de la gestión del conocimiento la mayoría de los artículos hacen referencia al trabajo de Ikujiro Nonaka (1994) quien sostiene que la gestión del conocimiento surge en los años ochenta, este autor hace énfasis en la experiencia de las compañías japonesas como íconos de éxito mundial debido a su capacidad de generación de nuevos conocimientos gracias a la interacción dinámica de sus empleados seguida de su habilidad de diseminar la información al interior de la organización para materializar la misma en productos, servicios y sistemas nuevos.

Un aporte importante al estudio de la gestión del conocimiento es la definición de dos dimensiones: el conocimiento tácito que es producto de la experiencia adquirida individualmente y hace referencia al conocimiento que se genera a través de la experiencia personal combinada con valores personales, creencias y visión propia por lo que su transferencia es difícil de externalizar, es difícil de codificar y de trasmitir a otros y el conocimiento explícito que se puede codificar y transferir, este último puede encontrarse en manuales, datos, especificaciones, enunciados y cualquier tipo de lenguaje formal por lo que su transferencia es simple, el conocimiento explícito es valioso por que previene a los directivos de tomar decisiones irracionales, apresuradas y sin fundamento bajo determinados contextos (Nonaka, 1994; Santoro et al., 2021; Santos et al., 2021). Aunque muchos autores afirman que el conocimiento explícito fue inicialmente tácito, según Davenport T (2000) el conocimiento tácito difícilmente se convierte en su totalidad en conocimiento explícito.

De la teoría de Nonaka (1994) se deriva el modelo SECI que destaca la importancia de la transformación constante del conocimiento tácito en explícito a fin de promover la creación y transferencia efectiva de conocimiento, este modelo ha sido aplicado ampliamente en diversos sectores como gestor de innovación y competitividad. Presenta cuatro modalidades de conversión del conocimiento: Socialización, transferencia informal de conocimiento personal o tácito mediante interacción; Externalización, las ideas abstractas se convierten en información trasferible, implica la transformación de conocimiento tácito en explícito; Combinación, integración del conocimiento explícito para generar nuevos conocimientos; Internalización, el individuo incorpora y transforma el conocimiento explícito en conocimiento tácito (Santoso et al., 2020)

Por otro lado, para lograr eficiencia en la gestión del conocimiento se debe tomar en cuenta un entorno dispuesto a la mejora continua y una cultura organizacional enfocada a la creación, distribución y retención del conocimiento (Suárez et al., 2023). En este contexto, la gestión del conocimiento es vital para la generación de procesos de aprendizaje y de innovación que se traducirá en cimiento para la toma de decisiones enfocadas al crecimiento y sostenibilidad de los emprendimientos y también es importante el papel de universidades e incubadoras de emprendimientos que se constituyen en formadoras de capital humano y gestoras de conocimientos.

La gestión del conocimiento y su nexo con los emprendimientos

La gestión del conocimiento en emprendimientos es un factor esencial para fomentar la innovación y diferenciación, consolidar el aprendizaje continuo, mejorar la toma de decisiones, desarrollar el talento y promover la adaptación tecnológica.

La gestión del conocimiento en el ámbito del emprendimiento permite comprender cómo el acceso, creación y aplicación adecuada del conocimiento fomenta el éxito de emprendimientos emergentes, Fischer et al. (2022) establece que las empresas que presentan competencias sólidas en investigación se convierten en un fenómeno de interés en el campo de los estudios sobre emprendimientos, porque están asociadas a procesos de transferencia de conocimientos; otros autores como Dimov & Pistrui (2022) proponen que aprender a emprender debe efectuarse en primera persona, es decir, como algo externo que debe ser incorporado como nuevo conocimiento.

Una cantidad sustancial de literatura sugiere que su implementación acelera la competitividad de los emprendimientos, Adriani et al (2019) revelan que el conocimiento en las organizaciones en etapa emprendedora está presente de forma individual en las personas, mientras que en etapas de crecimiento superior el conocimiento se convierte en un sistema utilizado por la organización en su conjunto; es decir, que las organizaciones que explotan sus habilidades actuales logran la creación de nuevas, que a su vez consolidan y mejoran el conocimiento existente que poseen (Centobelli et al., 2019) Adicionalmente, Halberstadt (2022) plantea que la habilidad individual y la base de conocimientos que poseen los emprendedores desempeñan un papel significativo y que combinados con competencias empresariales permiten al emprendedor adquirir y aplicar el conocimiento conduciendo a la innovación empresarial.

Otros autores afirman que existe un efecto positivo entre la habilidad de comprender al mercado gracias al aprendizaje continuo, en los procesos de creación de conocimiento e innovación, y que la relación entre estas dos últimas es resultado de emprendimientos con orientación estratégica (Alshanty & Emeagwali, 2019a). También se plantea que la gestión del conocimiento se convierte en una herramienta para asegurar que los emprendimientos alcancen la innovación y mejoren su rendimiento (Paoloni et al., 2020), es decir, la gestión del conocimiento es un catalizador para que los emprendedores alcancen ventaja competitiva.

En relación a lo anterior, se evidencia la conexión directa entre emprendimiento y gestión del conocimiento al establecer que existe la necesidad de que el individuo incorpore el conocimiento explícito a su disposición en conocimiento tácito. Por su parte Roundy (2020) manifiesta que aún permanece sin examinar cómo los emprendedores superan los desafíos relacionados con la adquisición del conocimiento tácito, cómo los emprendedores aprovechan sus ecosistemas para organizar el conocimiento y qué factores influyen en la capacidad de un ecosistema para servir como repositorio de conocimiento. También se propone que una vez que se crea el conocimiento, éste requiere ser codificado a través de un proceso adecuado para ser utilizado y difundido, para diseñar e implementar acciones, considerándose un proceso interno de gestión del conocimiento tácito (Zebal et al., 2019)

3. Metodología

Esta investigación constituye un análisis bibliométrico, tiene alcance exploratorio, descriptivo y explicativo con un enfoque cuantitativo; la base metodológica utilizada para la revisión bibliográfica es la Teoría del Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC) (Cerqueira et al., 2020; Gárate Pusse et al., 2023) A través del enfoque meta-

analítico se seleccionó la literatura más relevante sobre la gestión del conocimiento y los emprendimientos en bases de datos de alto impacto, estpa técnica permite contar con material confiable para una investigación (Bonilla & Melo, 2023) La búsqueda en la base de datos se realizó en julio de 2023, para el análisis coautoría, cocitación y vinculación bibliográfica se utilizó el software VOSviewer

TEMAC es una técnica metodológica que integra la literatura de interés de los investigadores con exactitud científica, robustez, validez y funcionalidad, permitiendo el ahorro de tiempo y costos (Tabosa et al., 2021). La aplicación se dividió en 3 fases importantes: La primera consistió en la preparación de la investigación eligiendo como única fuente de artículos la base Scopus, posteriormente se definió la palabra clave correcta, el rango de años de la búsqueda que abarca desde el 2019 hasta el año 2023 y el área de conocimiento relativa a este estudio. La búsqueda utilizó el string en inglés "knowledge management" y "entrepren*"; los registros se filtraron según las áreas relacionadas a negocios y economía (ver tabla 1)

Base de datos	Búsqueda y filtros
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (" knowledge management") AND TITLE-ABS-KEY ("entrepren*")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI")

Tabla 1 – String de búsqueda

Una vez establecidos estos criterios la segunda fase se centró en el análisis e interrelación de los registros capturados de la bases de datos Scopus, de esta manera se obtuvo datos bilbiométricos sobre frecuencia de palabras clave; evolución del tema en los últimos cinco años, autores con más citaciones y con más documentos publicados, análisis de las revistas que publicaron más sobre el tema y países con mayor número de documentos publicados.

Finalmente, la tercera fase está referida a profundizar en el análisis de los datos blbilométricos permitiendo una mejor comprensión del tema, identificando coautoría y cocitación, los principales enfoques, líneas de investigación y validación vía evidencia.

4. Resultados de la aplicación de TEMAC

Sobre la temática específica de gestión del conocimiento y emprendimiento, en una primera búsqueda se analizaron 1269 registros, siendo el más antiguo del año 2000 bajo el título From learning organisation to knowledge entrepreneur de Rowley, J. en la revista Journal of Knowledge Management, 4(1), pp. 7–15. Este artículo analiza la relación entre aprendizaje y conocimiento, y propone un modelo simple, que hace explícita esta relación; el autor reconoce la importancia del conocimiento y el aprendizaje en el desarrollo de los emprendimientos, analizando una serie de características que son necesarias tenerlas en cuenta en los procesos de aprendizaje y gestión del conocimiento; el artículo propone el concepto de emprendedor del conocimiento (Rowley, 2000).

Posteriormente se filtraron los documentos más relevantes de los últimos cinco años relacionados a la temática específica de gestión del conocimiento y emprendimientos,

quedando para el análisis 119 registros cuya tendencia por años muestra que entre el año 2019 y 2020 se registran más publicaciones, a partir del año 2021 existe una disminución poco considerable que se mantiene hasta el primer semestre de 2023 (Figura N° 1).

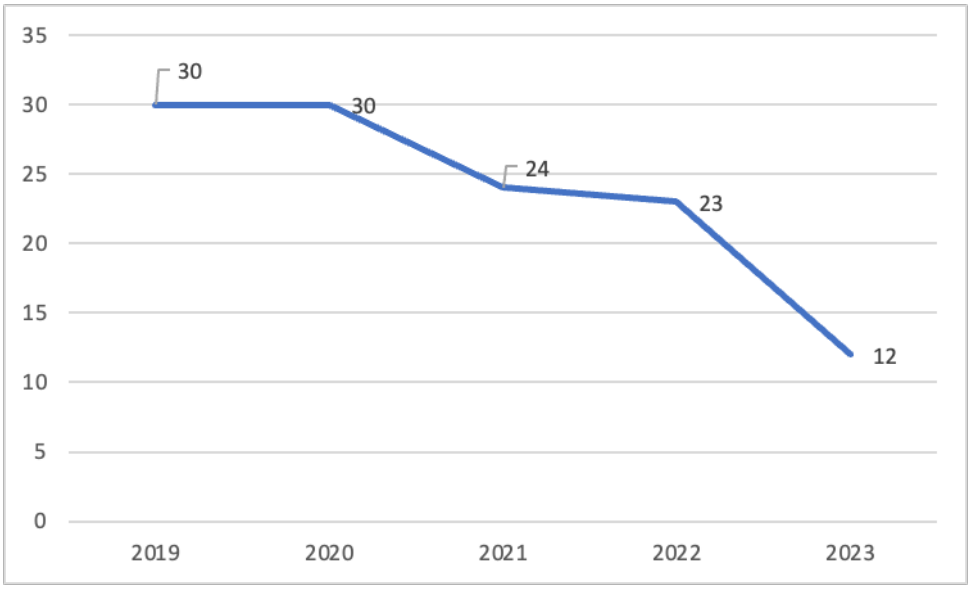


Figura 1 – Tendencia de publicaciones por año

En los primeros años (Figura N° 2) la temática abordada ha sido la gestión del conocimiento ligado a la innovación en emprendimientos (Mátyás et al., 2019; Rofiaty, 2019), también se ha investigado sobre la orientación al emprendimiento y los motivos de emprender (Alshanty & Emeagwali, 2019b), otros documentos han investigado sobre la gestión de conocimiento como parte de la formación universitaria, las spin off y formación de emprendedores, además con un fuerte nexo hacia la integración de conocimientos, patentes e invenciones y ecosistema emprendedor (Cardoni et al., 2019; Centobelli et al., 2019; Fuster et al., 2019; Guerrero et al., 2019; Puerta-Sierra et al., 2021; Shil et al., 2020)

En una Segunda generación de investigaciones (Figura N° 2) se encuentran trabajos sobre conocimiento compartido relacionado a la innovación, transformación digital y desarrollo de emprendimientos digitales (Andrade et al., 2022; Magni et al., 2022; Marra, 2022; Ratten, 2023; Rezaei et al., 2022) Cabe hacer notar que estos documentos están influenciados por la coyuntura de la pandemia por coronavirus del año 2020 ya que durante ese periodo se intensificó el uso de la tecnología tanto para las actividades de los emprendimientos como para los procesos de enseñanza aprendizaje. Este hecho marca una línea de investigación sobre gestión del conocimiento y la innovación en ecosistemas emprendedores.

Una tercera generación (Figura N° 2) incorpora en el análisis temáticas como la industria 4.0, capacidades de innovación de empredimientos, capacidades de absorción de

cambios tecnológicos y resilencia.(Beyeme et al., 2023; Canestrino et al., 2023; Ferreira et al., 2023; Grande et al., 2023; Nobari & Dehkordi, 2023; Osano, 2023; Ratten, 2023) estos documentos aplican su análisis en ecosistemas emprendedores y ponen especial atención en el rol de la innovación y la tecnología.

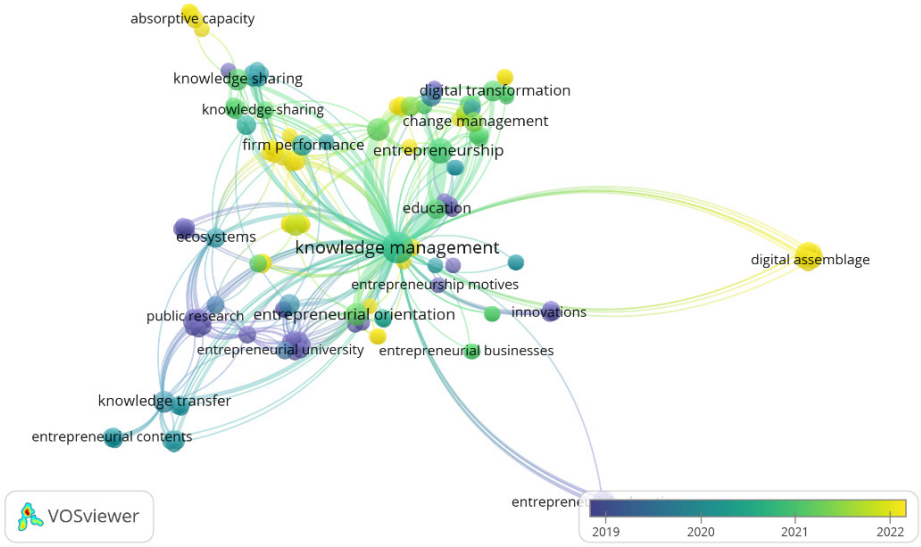


Figura 2 – Principales palabras clave por año

Los tres autores con más publicaciones en la base de datos Scopus ya sea como autor principal o como secundario son Ratten con 4 publicaciones, Jones, P. con 3 y Alonso-Gonzalez, A. con 2. Todos autores europeos, la revisión de la base de datos no arrojó ningún autor sudamericano.

Ratten (2021) tiene más de 100 artículos en la base de Scopus de los cuales 4 en específico tratan sobre la gestión del conocimiento en emprendimientos. La autora analiza los ecosistemas emprendedores, y la gestión del conocimiento en áreas como la cultura, el turismo y el deporte, también, sus trabajos están referidos al rol de la innovación en la gestión del conocimiento. El autor Jones (2021) coincide con los trabajos de Ratten ya sea como coautor o como autor principal, escribe en coatuoría con Secundo et al. (2019) sobre las estrategias de gestión del conocimiento, herramientas y modelos en la formación universitaria. Los estudios de Alonso-Gonzales (2019) centran su atención en el desarrollo sustentable de las organizaciones, la innovación y la gestión del conocimiento.

Los diez países que más han publicado sobre la gestión del conocimiento desde el año 2019 hasta el año 2023, están encabezados por Italia, seguido por Estados Unidos y en tercer lugar está Reino Unido (Tabla N° 2). Entre los países sudamericanos donde se ha publicado sobre la gestión del conocimiento y emprendimientos figuran Chile con 3 trabajos, Ecuador con 1 y Perú con 1.

Países	Autores/publicaciones
Italia	20
Estados Unidos	16
Reino Unido	15
India	11
Australia	10
España	10
Tailandia	8
China	7
Alemania	6
Indonesia	6
Irán	5

Tabla 2 – Países con más publicaciones sobre la gestión del conocimiento

Respecto a las revistas donde fueron publicados estudios sobre gestión del conocimiento y emprendimientos Journal of Knowledge Management tiene el primer lugar con 10 artículos publicados sobre la temática durante los últimos 5 años, en segundo lugar se encuentra Management Decision y en tercero Knowledge Management Research and Practice. (Figura N° 3)

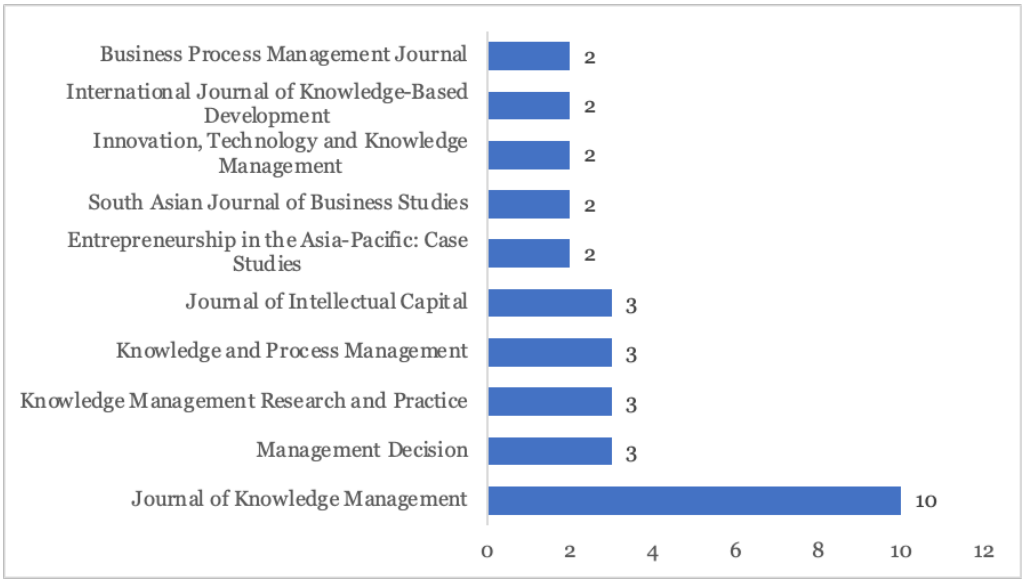


Figura 3 – las 10 revistas con más documentos publicados

En cuanto a cocitación y coupling y en función a los datos extraídos de Scopus se crearon mapas de calor para facilitar la visualización del análisis sobre la gestión del conocimiento y los emprendimientos.

En el análisis de cocitación, que se refiere a la relación de co–ocurrencia que se da cuando dos items de la literatura existente son citados juntos por un tercero, los resultados trabajados con 33 items en la aplicación Vosviewer muestran cinco clusters de los cuales la mayor densidad se encuentra en la red que origina el autor Nonaka, el segundo Kianto, el tercero Del Giudice, el cuarto Audretsch y el quinto Lumpkin (Figura N°4).

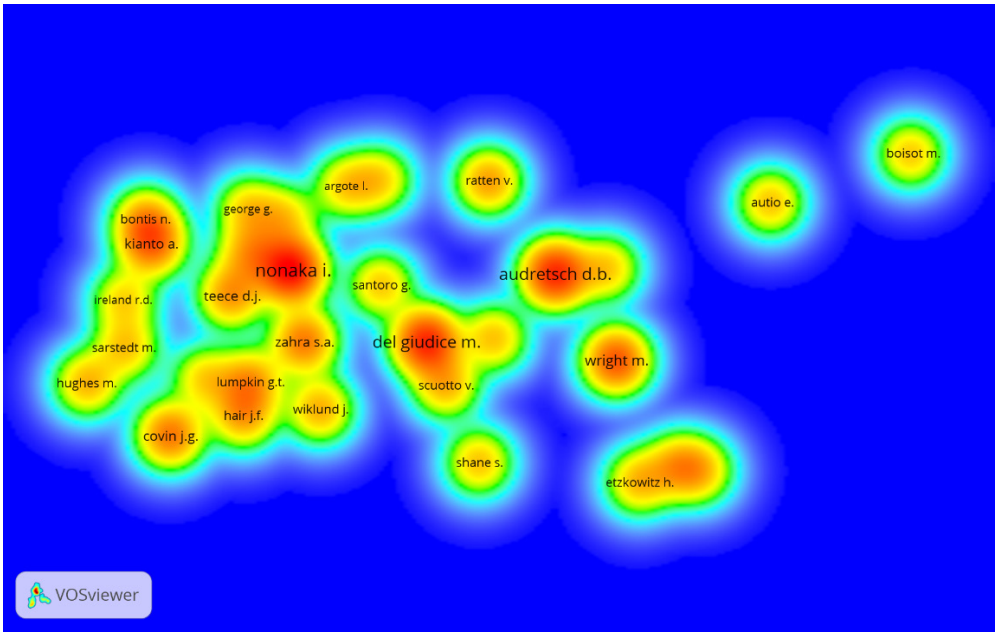


Figura 4 – Mapa de calor de co-autoría

La Fig. 5 muestra el análisis del acoplamiento bibliográfico, que se refiere a las citas en común de los artículos, es decir que abordan cuestiones similares. Se observan tres clusters el primero los estudios de Alshanty & Emeagwali (2019) con 81 citaciones, luego se encuentran Bouncken & Aslam (2019) con 70 citas; y en tercer lugar se encuentran Halberstadt et al.(2019) con 58 citas. Posteriormente, se encuentran autores con menos de 55 citas (Tabla N° 2)

El estudio de Alshanty A.M.; Emeagwali O.L (2019) analiza el vínculo entre la indentificación de oportunidades de mercado, la gestión del conocimento, la orientación empresarial estratégica y la innovación en las pequeñas y medianas empresas (PYME). Llega a la conclusión que la creación de conocimiento tiene un efecto positivo en la innovación empresarial, el enfoque del análisis es cuantitativo, usa un modelo de ecuaciones estructurales basado en covarianza (CB-SEM) para analizar los datos.

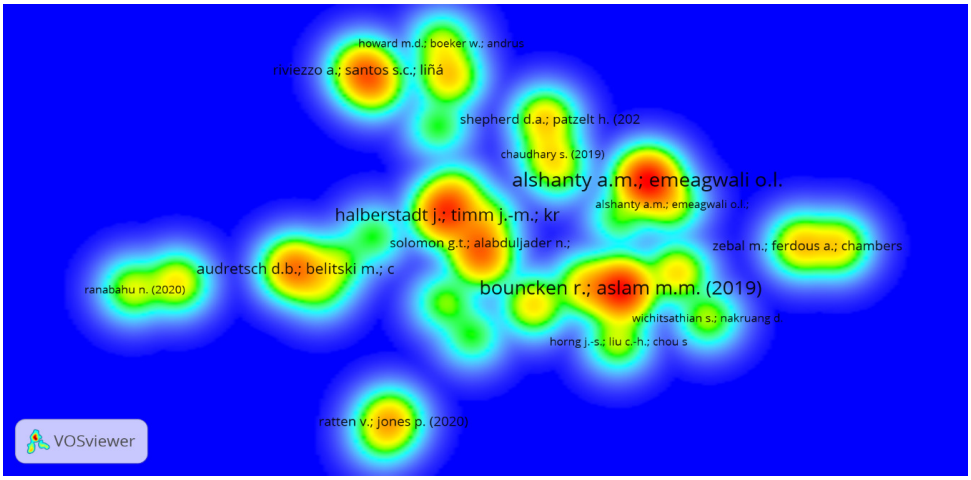


Figura 5 – Mapa de calor de coupling

Bouncken & Aslam (2019) abordan el tema del intercambio de conocimientos en espacios de coworking; según los resultados del artículo, esta clase de procesos facilitan la satisfacción laboral, la creatividad y el espíritu empresarial. Utiliza una metodología cualitativa mediante la cual analizan variables como proximidad física, oportunidades de socialización y colaboración, y proximidad cognitiva. El trabajo propone servicios institucionalizados de gestión del conocimiento para permitir la creación de conocimiento multifacético y multidisciplinario en las organizaciones.

Halberstadt et al. (2019) investiga sobre los enfoques de aprendizaje-servicio y las competencias de los emprendimientos sociales. Analiza, con un enfoque mixto, entornos de aprendizaje universitario y llega a determinar las competencias que se fomentan mediante el aprendizaje-servicio en emprendimiento social.

Autor	Título	Año	Citas	Revista
Alshanty A.M.; Emeagwali O.L.	Market-sensing capability, knowledge creation and innovation: The moderating role of entrepreneurial-orientation	2019	81	Journal of Innovation and Knowledge
Bouncken R.; Aslam M.M.	Understanding knowledge exchange processes among diverse users of coworking-spaces	2019	70	Journal of Knowledge Management
Halberstadt J.; Timm J.-M.; Kraus S.; Gundolf K.	Skills and knowledge management in higher education: how service learning can contribute to social entrepreneurial competence development	2019	58	Journal of Knowledge Management
Paoloni M.; Coluccia D.; Fontana S.; Solimene S.	Knowledge management, intellectual capital and entrepreneurship: a structured literature review	2020	55	Journal of Knowledge Management

Autor	Título	Año	Citas	Revista
Audretsch D.B.; Belitski M.; Caiazza R.; Lehmann E.E.	Knowledge management and entrepreneurship	2020	45	International Entrepreneurship and Management Journal
Riviezzo A.; Santos S.C.; Liñán F.; Napolitano M.R.; Fusco F.	European universities seeking entrepreneurial paths: the moderating effect of contextual variables on the entrepreneurial orientation-performance relationship	2019	37	Technological Forecasting and Social Change
Scuotto V.; Le Loarne Lemaire S.; Magni D.; Maalaoui A.	Extending knowledge-based view: Future trends of corporate social entrepreneurship to fight the gig economy challenges	2022	32	Journal of Business Research
Ratten V.; Jones P.	New challenges in sport entrepreneurship for value creation	2020	29	International Entrepreneurship and Management Journal
Centobelli P.; Cerchione R.; Esposito E.; Shashi S.	The mediating role of knowledge exploration and exploitation for the development of an entrepreneurial university	2019	28	Management Decision
Florek-Paszkowska A.; Ujwary-Gil A.; Godlewska-Dzioboń B.	Business innovation and critical success factors in the era of digital transformation and turbulent times	2021	27	Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation

Tabla 3 – 10 autores y artículos más citados

5. Perspectivas más relevantes sobre la gestión del conocimiento en los emprendimientos

La gestión del conocimiento puede ser abordada desde distintas perspectivas, los artículos más relevantes, resultado del análisis bibliométrico, y que tienen una mayor influencia en el ámbito académico son: Alshanty et al (81 citas); Bouncken (70 citas); Halberstadt J. Et. Al. (58 citas); Paoloni et, al. (55); Audretsch D.B. et, al. (45 citas); Riviezzo A. et. al. (37 citas); Scuotto V. Et. al. (32 citas) Centobelli P. Et. al, (28 citas); Zebal et. Al (27 citas); Andriani M et. al. (18 citas); Horng J.-S. & Liu C.-H. (15 citas); Chou S.-F & Huang Y.-C.(14 citas). Se identificaron las perspectivas de cada uno de estos actores, misma que se muestra en la tabla 4

Autor	N° de citas	Perspectiva de estudio de: Conocimiento y Gestión del conocimiento
Alshanty & Emeagwali (2019)	81	Relaciona la creación de conocimiento con la capacidad de detección de oportunidades de mercado, la orientación a emprender y la innovación de productos/procesos. Usa un modelo de interrelación de la creación de conocimiento con la innovación de servicio o producto, tiene como variable moderadora a la orientación a emprender

Autor	N° de citas	Perspectiva de estudio de: Conocimiento y Gestión del conocimiento
Bouncken & Aslam (2019)	70	Analiza sobre la transformación digital del conocimiento y el crecimiento del emprendimiento y su dependencia de la creación de conocimiento. Estudia la teoría digital de los modelos de negocios y la creación de conocimiento.
Halberstadt et al. (2019)	58	Relaciona la gestión del conocimiento con la enseñanza de competencias para el fomento de emprendimientos sociales. Modelo de competencias en un contexto de emprendimiento social Competencias personales Competencias de interacción Competencias generales de nivel educativo y competencias específicas
Paoloni et al. (2020)	55	Estudia la gestión del conocimiento, el capital intelectual y los emprendimientos; a través de un análisis bibliométrico: Los flujos de conocimiento (tácitos o explícitos) pueden ser incorporados dentro de las organizaciones y transferidos fuera de ellas, el capital intelectual identifica el conocimiento interno y el conocimiento externo proviene de externalidades.
Audretsch & Link (2019)	45	Aplica la teoría del emprendimiento sobre la difusión del conocimiento (KSTE o knowledge spillover theory of entrepreneurship) Evidencia la relación entre la gestión del conocimiento y la difusión del mismo como fuente de la innovación en contextos de instituciones de formación e incubadoras de emprendimientos.
Riviezzo et al. (2019)	37	Explora la relación entre emprendimiento académico (spin-offs) y transferencia de conocimiento (patentes) Usa el modelo denomidado ENTRE-U a través de un instrumento de 23 elementos de medición y cuatro factores: F1 - Movilización de la investigación; F2 - No convencionalidad; F 3 – Colaboración de la industria; F4 Políticas Universitarias.
Centobelli et al. (2019)	28	Estudia la relación entre ambiente interno y externo, creación y difusión del conocimiento y desempeño universitario. Usa el modelo conceptual en el sistema educativo chino con cinco constructos: 1. Entorno externo, 2. Entorno interno, 3. Explotación del conocimiento, 4. Exploración del conocimiento y 5. Desempeño universitario.
Santos et al.(2021)	13	Estudia la interrelación dinámica entre el conocimiento tácito y el conocimiento explícito. Se basa en el modelo SECI (Nonaka, 1994): Socialización, Externalización, Combinación e Internalización

Autor	N° de citas	Perspectiva de estudio de: Conocimiento y Gestión del conocimiento
Zebal et al. (2019)	27	Relaciona la perspectiva de conocimiento explícito (marketing interno y externo) y orientación de conocimiento tácito y su efecto en el éxito empresarial. Usa un modelo centrado en el papel del conocimiento tácito y tres tipos de actividades de conocimiento (conocimiento orientado a los empleados, conocimiento aportado por el empleado o conocimiento tácito y conocimiento externo orientado al mercado).
Andriani et al. (2019)	18	Analiza la estrategia de gestión del conocimiento de manera integral, toma en cuenta el conocimiento tácito y el conocimiento explícito. Determina que el modelo de estrategia de gestión del conocimiento se relaciona con el tamaño de la empresa.
Horng et al. (2020)	15	Estudia la gestión del conocimiento tomando en cuenta los niveles de aprendizaje independiente y transferencia de conocimientos, mismos que fortalecen la relación entre la promoción del emprendimiento y la vocación emprendedora. Usa un modelo de ecuaciones estructurales con siete constructos: Inclinación Emprendedora (IE); Promoción del Emprendimiento (PE), Contenidos Emprendedores (CE) , Pasión por el aprendizaje (LP) , Aplicación de conocimientos (KA) , Aprendizaje Independiente (IL) , Transferencia de Conocimiento (KT)
Fischer et al. (2022)	14	Analiza el emprendimiento intensivo en conocimiento (KIE) está relacionado con la competitividad económica y las capacidades innovadoras. Usa un modelo econométrico con variables como conocimiento tecnológico (TK), competencias gerenciales (MGT) y ecosistema (ECO)

Tabla 4 – Enfoques sobre el estudio de la gestión del conocimiento en emprendimientos

Como resultado del análisis presentado en la tabla 4, se puede indicar que un grupo de artículos hacen referencia a la teoría del conocimiento tácito y explícito que nace de la teoría de Nonaka (1994) (Andriani et al., 2019; Paoloni et al., 2020; Santos et al., 2021; Zebal et al., 2019), estas investigaciones señalan la dependencia de la gestión del conocimiento en el éxito empresarial.

Otros trabajos hacen referencia a modelos de gestión del conocimiento ligados a la orientación y vocación de emprender (Alshanty & Emeagwali, 2019a; Horng et al., 2020); otra línea investigativa está referida al rol de universidades y centros de formación de emprendedores que se relaciona con la transmisión y difusión de conocimiento (Audretsch & Link, 2019; Centobelli et al., 2019; Halberstadt et al., 2019b; Horng et al., 2020; Riviezzo et al., 2019)

La mayoría de los artículos revisados se han escrito estableciendo un nexo entre la gestión de conocimiento y la innovación o transferencia tecnológica (Alshanty & Emeagwali, 2019a; Audretsch & Link, 2019; Bouncken & Aslam, 2019; Fischer et al., 2021; Horng et al., 2020; Riviezzo et al., 2019)

Entre los modelos utilizados para el estudio de la gestión del conocimiento se mencionan a KSTE o knowledge spillover theory of entrepreneurship; modelo denomidado ENTRE-U, Modelo conceptual en el sistema educativo chino, Modelo SECI, Modelo de niveles de aprendizaje independiente y transferencia de conocimientos, Modelo econométrico con variables como conocimiento tecnológico (TK), competencias gerenciales (MGT) y ecosistema (ECO)

Finalmente, es importante considerar que el rendimiento superior que facilita la implementación de la gestión del conocimiento, al día de hoy tiene un nuevo reto, la transformación digital, es así que la gestión del conocimiento es un activo estratégico clave que colabora a los emprendimientos a consolidar esta transición a través de la gestión adecuada de información y generación de innovación, sobre esto Bouncken & Aslam (2019) establecen que la creación de valor, la formulación de una propuesta de valor y la captura de valor en la era de la transformación digital requiere que las organizaciones creen y compartan conocimiento.

6. Conclusiones

Esta investigación ha presentado el análisis bibliométrico de los artículos de mayor relevancia sobre la temática de gestión de conocimiento en emprendimientos. Los resultados encontrados, utilizando la Teoria del Enfoque Metaanalítico Consolidado (TEMAC) indican que la base de la teoría del conocimiento en organizaciones y por tanto de la gestión del conocimiento en emprendimientos es el modelo SECI**:** Socialización, Externalización, Combinación e Internalización (Nonaka, 1994), también se constata que los autores más citados han aplicado modelos como KSTE o knowledge spillover theory of entrepreneurship; modelo denomidado ENTRE-U, Modelo conceptual en el sistema educativo chino, Modelo de niveles de aprendizaje independiente y transferencia de conocimientos, Modelo econométrico con variables como conocimiento tecnológico (TK), competencias gerenciales (MGT) y ecosistema (ECO)

A partir de los datos extraídos de la base de datos Scopus existe un interés sobre el tema, a pesar de que las publicaciones anuales han disminuido desde el 2019 a la fecha, el análisis por país muestra que el lugar donde se han realizado más estudios sobre la temática es Italia. La producción ciéntífica en América del Sur es baja en comparación con las citaciones arrojadas por el análisis TEMAC

En base a los resultados que evidencian a los autores más citados se ha podido establecer líneas de investigación como la gestión del conocimiento y el éxito empresarial; modelos de gestión del conocimiento ligados a la orientación y vocación de emprender; el rol de universidades y centros de formación de emprendedores; la transmisión y difusión de conocimiento y la relación entre la gestión de conocimiento y la innovación o transferencia tecnológica. En relación a esta última línea de investigación trabajos actuales incorporan en el análisis temáticas como la industria 4.0, capacidades de innovación de empredimientos, capacidades de absorción de cambios tecnológicos y resilencia.

Finalmente una limitación de esta investigación es que solamente se ha realizado el análisis bibliométrico en una sola base de datos lo que puede establecer un cierto

sesgo a los resultados sin embargo, las conclusiones a las que se arriban han permitido establecer un estado de situación preciso de la temática estudiada.

7. Agradecimentos

Este trabajo investigativo es parte del proyecto: Emprendimientos y gestión del conocimiento: Big Data para la identificación de oportunidades de innovación basado en patrones de comportamiento del mercado (EGC-BD-INN) financiado a través del concurso de proyectos de investigación DICyT 2023 -USFX.

Referencias

Alshanty, A. M., & Emeagwali, O. L. (2019a). Market-sensing capability, knowledge creation and innovation: The moderating role of entrepreneurial-orientation. *Journal of Innovation and Knowledge*, *4*(3), 171–178. https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.02.002

Alshanty, A. M., & Emeagwali, O. L. (2019b). Market-sensing capability, knowledge creation and innovation: The moderating role of entrepreneurial-orientation. *Journal of Innovation and Knowledge*, *4*(3), 171–178. https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.02.002

Andrade, R., Pinheiro, P., Carvalho, L., & Rocha, R. (2022). Building a Bridge: Knowledge Sharing Flows into Entrepreneurial Ecosystems. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *8*(3). https://doi.org/10.3390/joitmc8030144

Andriani, M., Samadhi, T. M. A. A., Siswanto, J., & Suryadi, K. (2019). Knowledge management strategy: an organisational development approach. *Business Process Management Journal*, *25*(7), 1474–1490. https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2018-0191

Audretsch, D. B., & Link, A. N. (2019). Entrepreneurship and knowledge spillovers from the public sector. *International Entrepreneurship and Management Journal*, *15*(1), 195–208. https://doi.org/10.1007/s11365-018-0538-z

Beyeme, R. N., Thomas, P., & Schachtebeck, C. (2023). A Delphi Approach to Explore the Entrepreneurial Ecosystem of Gabonese and South African National Park Tourism. *African Journal of Business and Economic Research*, *18*(2), 319–347. https://doi.org/10.31920/1750-4562/2023/v18n2a15

Bonilla Bermeo, J., & Melo Mariano, A. (2023). *Administración de riesgos y Bigdata: revisión bibliométrica con enfoque meta-analítico*. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2023 (E56), 276-288*.

Bouncken, R., & Aslam, M. M. (2019). Understanding knowledge exchange processes among diverse users of coworking-spaces. *Journal of Knowledge Management*, *23*(10), 2067–2085. https://doi.org/10.1108/JKM-05-2018-0316

Caiazza, R., Belitski, M., & Audretsch, D. B. (2020). From latent to emergent entrepreneurship: the knowledge spillover construction circle. *Journal of Technology Transfer*, *45*(3), 694–704. https://doi.org/10.1007/s10961-019-09719-y

Canestrino, R., Magliocca, P., Ćwiklicki, M., & Pawełek, B. (2023). Toward the emergence of "humane" entrepreneurial ecosystems. Evidence from different cultural contexts. *Journal of Intellectual Capital*, *24*(1), 177–204. https://doi.org/10.1108/JIC-07-2021-0200

Cardoni, A., Dumay, J., Palmaccio, M., & Celenza, D. (2019). Knowledge transfer in a start-up craft brewery. *Business Process Management Journal*, *25*(1), 219–243. https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2017-0205

Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E., & Shashi, S. (2019). The mediating role of knowledge exploration and exploitation for the development of an entrepreneurial university. *Management Decision*, *57*(12), 3301–3320. https://doi.org/10.1108/MD-11-2018-1240

Cerqueira, J. A. S. D., Almeida, P. S. D., Canedo, E. D., Alves, G. D. O., Giozza, W. F., Mendonca, F. L. L. D., & De Sousa, R. T. (2020). Exploratory Overview on Breaking CAPTCHAs Using the Theory of the Consolidated Meta-Analytic Approach. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*, *2020-June*. https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140983

Davenport T, O. (2000). *Capital Humano: Creando ventajas competitivas a través de las personas*. Grupo Planeta (GBS).

Dimov, D., & Pistrui, J. (2022). Entrepreneurship Education as a First-Person Transformation. *Journal of Management Inquiry*, *31*(1), 49–53. https://doi.org/10.1177/1056492620964592

Duque, P., & Cervantes-Cervantes, L.-S. (2019). University social responsibility: A systematic review and a bibliometric analysis | Responsabilidade social universitária: Revisão sistemática e análise bibliométrica | Responsabilidad Social Universitaria: Una revisión sistemática y análisis bibliométric. *Estudios Gerenciales*, *35*(153), 451–464. https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3389

Ferreira, J. J., Fernandes, C. I., Veiga, P. M., & Dooley, L. (2023). The effects of entrepreneurial ecosystems, knowledge management capabilities, and knowledge spillovers on international open innovation. *R and D Management*, *53*(2), 322–338. https://doi.org/10.1111/radm.12569

Fischer, B., Guerrero, M., Guimón, J., & Schaeffer, P. R. (2021). Knowledge transfer for frugal innovation: where do entrepreneurial universities stand? *Journal of Knowledge Management*, *25*(2), 360–379. https://doi.org/10.1108/JKM-01-2020-0040

Fischer, B., Salles-Filho, S., Zeitoum, C., & Colugnati, F. (2022). Performance drivers in knowledge-intensive entrepreneurial firms: a multidimensional perspective. *Journal of Knowledge Management*, *26*(5), 1342–1367. https://doi.org/10.1108/JKM-03-2021-0264

Fuster, E., Padilla-Meléndez, A., Lockett, N., & del-Águila-Obra, A. R. (2019). The emerging role of university spin-off companies in developing regional entrepreneurial university ecosystems: The case of Andalusia. *Technological Forecasting and Social Change*, *141*, 219–231. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.020

Gárate Pusse, W. J., Zanabria Sevilla, R. R., & Mariano, A. M. (2023). A bibliometric review on data security using the Theory of Meta-Analytic Consolidated Approach (TEMAC) | Una revisión bibliométrica sobre la seguridad de datos utilizando la teoría del enfoque meta analítico consolidado (TEMAC). *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2023*(E56), 331–343.

Grande, S., Bertello, A., De Bernardi, P., & Ricciardi, F. (2023). Enablers of explorative and exploitative intellectual capital in entrepreneurial ecosystems. *Journal of Intellectual Capital*, *24*(1), 35–69. https://doi.org/10.1108/JIC-07-2021-0197

Guerrero, M., Herrera, F., & Urbano, D. (2019). Strategic knowledge management within subsidised entrepreneurial university-industry partnerships. *Management Decision*, *57*(12), 3280–3300. https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1126

Halberstadt, J. (2022). Introduction: Making a Difference by Supporting Transformative Entrepreneurship Education. In *Transforming Entrepreneurship Education: Interdisciplinary Insights on Innovative Methods and Formats*.

Halberstadt, J., Timm, J.-M., Kraus, S., & Gundolf, K. (2019a). Skills and knowledge management in higher education: how service learning can contribute to social entrepreneurial competence development. *Journal of Knowledge Management*, *23*(10), 1925–1948. https://doi.org/10.1108/JKM-12-2018-0744

Halberstadt, J., Timm, J.-M., Kraus, S., & Gundolf, K. (2019b). Skills and knowledge management in higher education: how service learning can contribute to social entrepreneurial competence development. *Journal of Knowledge Management*, *23*(10), 1925–1948. https://doi.org/10.1108/JKM-12-2018-0744

Horng, J.-S., Liu, C.-H., Chou, S.-F., & Huang, Y.-C. (2020). The roles of university education in promoting students' passion for learning, knowledge management and entrepreneurialism. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, *44*, 162–170. https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.06.005

Jones, P., & Ratten, V. (2021). Knowledge spillovers and entrepreneurial ecosystems. *Knowledge Management Research and Practice*, *19*(1), 1–7. https://doi.org/10.1080/14778238.2020.1801363

Magni, D., Chierici, R., Fait, M., & Lefebvre, K. (2022). A network model approach to enhance knowledge sharing for internationalization readiness of SMEs. *International Marketing Review*, *39*(3), 626–652. https://doi.org/10.1108/IMR-03-2021-0110

Marra, M. (2022). Productive interactions in digital training partnerships: Lessons learned for regional development and university societal impact assessment. *Evaluation and Program Planning*, *95*. https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102173

Mátyás, B., Lowy, D. A., & Salgado, J. P. (2019). A measure of enterprises' innovative activity for microfirms and startups. *Academy of Strategic Management Journal*, *18*(6), 1–12.

Nobari, N., & Dehkordi, A. M. (2023). Innovation intelligence in managing co-creation process between tech-enabled corporations and startups. *Technological Forecasting and Social Change*, *186*. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122107

Nonaka, I. (1994). Una teoría dinámica de la creación de conocimiento organizacional. *Ciencia de La Organización , 5 (1)*, 14–37.

Osano, H. M. (2023). Global scaling by SMEs: Role of innovation and technology. *Journal of the International Council for Small Business*, *4*(3), 258–281. https://doi.org/10.1080/26437015.2023.2201896

Paoloni, M., Coluccia, D., Fontana, S., & Solimene, S. (2020). Knowledge management, intellectual capital and entrepreneurship: a structured literature review. *Journal of Knowledge Management*, *24*(8), 1797–1818. https://doi.org/10.1108/JKM-01-2020-0052

Puerta-Sierra, L., Montalvo, C., & Angeles, A. (2021). University-industry collective actions framework: societal challenges, entrepreneurial interactions and outcomes. *Technology Analysis and Strategic Management*, *33*(12), 1377–1388. https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1875129

Ratten, V. (2021). Sport entrepreneurial ecosystems and knowledge spillovers. *Knowledge Management Research and Practice*, *19*(1), 43–52. https://doi.org/10.1080/14778238.2019.1691473

Ratten, V. (2023). DIGITAL SOCIAL ENTREPRENEURSHIP AT EVENTS DURING THE COVID-19 CRISIS. *Event Management*, *27*(1), 19–32. https://doi.org/10.3727/152599522X16419948694883

Rezaei, M., Giovando, G., Rezaei, S., & Sadraei, R. (2022). What are the fundamental knowledge-sharing drivers of small family businesses in the restaurant and fast-food industry? *British Food Journal*, *124*(7), 2149–2178. https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-0948

Riviezzo, A., Santos, S. C., Liñán, F., Napolitano, M. R., & Fusco, F. (2019). European universities seeking entrepreneurial paths: the moderating effect of contextual variables on the entrepreneurial orientation-performance relationship. *Technological Forecasting and Social Change*, *141*, 232–248. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.011

Rofiaty, R. (2019). The relational model of entrepreneurship and knowledge management toward innovation, strategy implementation and improving Islamic boarding school performance. *Journal of Modelling in Management*, *14*(3), 662–685. https://doi.org/10.1108/JM2-05-2018-0068

Roundy, P. T. (2020). The wisdom of ecosystems: A transactive memory theory of knowledge management in entrepreneurial ecosystems. *Knowledge and Process Management*, *27*(3), 234–247. https://doi.org/10.1002/kpm.1635

Rowley, J. (2000). From learning organisation to knowledge entrepreneur. *Journal of Knowledge Management*, *4*(1), 7–15. https://doi.org/10.1108/13673270010315362

Santoro, G., Thrassou, A., Bresciani, S., & Giudice, M. D. (2021). Do Knowledge Management and Dynamic Capabilities Affect Ambidextrous Entrepreneurial Intensity and Firms' Performance? *IEEE Transactions on Engineering Management*, *68*(2), 378–386. https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2907874

Santos, G. M. C., Marques, C. S., Ratten, V., & Ferreira, J. J. (2021). The impact of knowledge creation and acquisition on innovation, coopetition and international opportunity development. *European Journal of International Management*, *16*(3), 450–472. https://doi.org/10.1504/EJIM.2021.117511

Santoso, A. S., Prijadi, R., & Balqiah, T. E. (2020). How open innovation strategy and effectuation within platform ecosystem can foster innovation performance: Evidence from digital multi-sided platform startups. *Journal of Small Business Strategy*, *30*(3), 102–106.

Secundo, G., Schiuma, G., & Jones, P. (2019). Strategic knowledge management models and tools for entrepreneurial universities. *Management Decision*, *57*(12), 3217–3225. https://doi.org/10.1108/MD-12-2019-027

Shil, M., Shahriar, M. S., Sultana, S., Rahman, S.-N., & Zayed, N. M. (2020). Introduction to university based entrepreneurship ecosystem (U-BEE): A model case study from Bangladesh. *International Journal of Entrepreneurship*, *24*(1).

Suárez, D. S. O., Restrepo, I. S. E., & García, V. H. M. (2023). Knowledge management model for the improvement of corporate collection in banking entities | Modelo de gestión del conocimiento para la mejora del recaudo empresarial en entidades bancarias. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2023*(E60), 611–623.

Tabosa, F. G. F., Da Silva, D. A., De Sousa, R. T., De Deus, F. E. G., & Nunes, R. R. (2021). Risks Factors that Influence a Data Center Infrastructure through the TEMAC method | Fatores de Riscos que Influenciam em uma Infraestrutura de Data Center utilizando o método TEMAC. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*. https://doi.org/10.23919/CISTI52073.2021.9476286

Zebal, M., Ferdous, A., & Chambers, C. (2019). An integrated model of marketing knowledge – a tacit knowledge perspective. *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*, *21*(1), 2–18. https://doi.org/10.1108/JRME-03-2018-0018

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/07/2023
Aceitação/Acceptance: 28/10/2023

Sistema de Acolhimento Partilhado e Integrado para os Estudantes Estrangeiros do Ensino Superior (SAPIEns): um modelo infocomunicacional para facilitar a mobilidade acadêmica internacional

Maureen Cerveira[1], Lídia Oliveira[2], Cassia Furtado[3]

maureen@ua.pt; lidia@ua.pt; cassia.furtado@ufma.br

[1] Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

[2] Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

[3] Universidade Federal do Maranhão, Campus do Bacanga, 65080-805, Maranhão, Brasil

Pages: 461-473

Resumo: A escassez de informações relevantes e confiáveis sobre as burocracias internas e externas ao ambiente acadêmico, aqui entendido como processos, documentações e formulários, em especial para os estudantes estrangeiros, é um fator que impede o desenvolvimento das iniciativas de internacionalização nas Instituições do Ensino Superior. O objetivo do artigo é identificar as burocracias e os *stakeholders* no âmbito da mobilidade acadêmica internacional, assim como as necessidades comunicacionais desse ecossistema. A metodologia envolve três dinâmicas de investigação – revisão da literatura, investigação participante e *design-based research* – procurando integrar a teoria com a prática. O modelo inicial do Sistema de Acolhimento Partilhado e Integrado para os Estudantes Estrangeiros do Ensino Superior (SAPIEns) – plataforma capaz de facilitar as dinâmicas burocráticas e de comunicação presentes nas fases de preparação, acolhimento e integração – é o resultado de uma pesquisa, em andamento, que visa contribuir para os avanços dos estudos em Informação e Comunicação em Plataformas Digitais.

Palavras-chave: mobilidade acadêmica; infocomunicação; plataformas digitais; interculturalidade

Shared and Integrated Reception System for Foreign Higher Education Students (SAPIEns): an infocommunication model to facilitate international academic mobility

Abstract: The scarcity of relevant and reliable information about bureaucracies internal and external to the academic environment, here understood as processes, documentation and forms, especially for foreign students, is a factor that impedes the development of internationalization initiatives in Higher Education Institutions. The objective of the article is to identify the bureaucracies and stakeholders within the scope of international academic mobility, as well as the communication needs

of this ecosystem. The methodology involves three research dynamics – literature review, participatory research and design-based research – seeking to integrate theory with practice. The initial model of the Shared and Integrated Reception System for Foreign Higher Education Students (SAPIEns) – a platform capable of facilitating the bureaucratic and communication dynamics present in the preparation, reception and integration phases – is the result of ongoing research, which aims to contribute to advances in studies in Information and Communication on Digital Platforms.

Keywords: academic mobility; infocommunication; digital platforms; interculturality

1. Introdução

A internacionalização da ciência nas Instituições do Ensino Superior (IES) é um processo complexo, amplo e dinâmico que envolve o aprimoramento do ensino, da pesquisa, da extensão e da gestão universitária de maneira integrada (Knight, 2020; Silva & Mari, 2017). Adicionalmente, é um fenômeno em constante expansão, seja por meio do intercâmbio cultural, social e científico; ou pelos acordos de cooperação multilaterais que consolidam a rede internacional de pesquisadores; ou pela oferta de programas de pós-graduação com certificado em nível internacional (Knight, 2020; Lourenço, Andrade & Bryam, 2020; Yemini, 2017).

A mobilidade acadêmica internacional é um dos principais indicadores que determina o nível de internacionalização das IES por permitir que estudantes, professores e investigadores aperfeiçoem suas competências pessoais, acadêmicas e profissionais no estrangeiro (Knight, 2020; Serpa et al., 2020; Raupp & Seifriz, 2016). Os tipos de mobilidade acadêmica internacional variam de acordo com o ciclo (licenciatura, mestrado, doutoramento ou pós-doutoramento), o tempo (integral ou parcial) e o espaço (físico ou virtual). No entanto, por conter despesas de viagem e custos com documentação específica para residir no país acolhedor, fluência linguística, reconhecimento dos créditos curriculares, entre outros critérios, a mobilidade acadêmica presencial exige maior busca por informação e planejamento.

Neste sentido, as pesquisas revelam que a insuficiente comunicação de informações claras, objetivas e confiáveis sobre as burocracias internas e externas ao ambiente acadêmico, aqui entendido como processos, documentações e formulários, e o tempo necessário para tratá-las, em especial para o público estrangeiro, é um dos fatores de restrição ao pleno desenvolvimento das estratégias de internacionalização nas IES (Bittencourt, Johnstone, Adjei & Seithers, 2021; Lourenço, Andrade & Bryam, 2020). Dessa maneira, com o objetivo de organizar e democratizar a informação sobre a mobilidade acadêmica internacional, bem como facilitar e agilizar os procedimentos burocráticos antes, durante e depois da experiência internacional, propõe-se a criação do Sistema de Acolhimento Partilhado e Integrado para os Estudantes Estrangeiros do Ensino Superior – SAPIEns.

2. A Mobilidade Acadêmica no Contexto Português

Portugal busca fortalecer o seu sistema educacional, com o objetivo de torná-lo mais competitivo e atraente para estudantes nacionais e internacionais, ao adotar diversas

estratégias nacionais de internacionalização, tal como a cooperação entre as IES por meio da mobilidade acadêmica (Lourenço, Andrade & Bryam, 2020; Ministério da Educação e da Ciência, 2014).

Segundo a Direção-Geral do Ensino Superior (2023), no quadro da ação desenvolvida pelo Ministério dos Negócios Estrangeiros no plano internacional bilateral, Portugal mantém relações próximas com outros países da União Europeia, como Espanha e França, além de países lusófonos, como Brasil, Angola e Moçambique. A cooperação bilateral envolve a realização de mobilidades de estudantes, professores e investigadores; a partilha de boas práticas sobre os sistemas de ensino; o reconhecimento e equivalência de graus e diplomas; a realização de programas conjuntos de graduação e pós-graduação e a participação em projetos conjuntos de pesquisa.

No que respeita à cooperação multilateral, Portugal tem participado de iniciativas como o Programa Erasmus+, que permite a mobilidade de estudantes e docentes entre países europeus, e o Horizonte 2020, que financia projetos de pesquisa em diversas áreas. Atualmente, existem acordos multilaterais entre Portugal e 78 países. Além disso, Portugal tem participado de redes internacionais de universidades que tem como objetivo promover a cooperação entre Instituições de Ensino Superior de língua portuguesa e espanhola em todo o mundo.

Em geral, Portugal é visto como um destino atraente para estudantes internacionais devido à qualidade do ensino superior, ao ambiente acadêmico internacional, ao clima agradável e à cultura rica e diversificada. As IES portuguesas têm criado políticas específicas de admissão para estudantes internacionais, que podem variar de acordo com o país de origem e o curso escolhido, em especial para os que optam por ciclos completos de estudos.

Em Portugal, a mobilidade acadêmica em ciclos completos de estudos é regulada pelo Decreto-Lei nº 66/2018 de 16 de agosto de 2018, e tem sido amplamente incentivada, especialmente nas universidades públicas. Este Decreto-Lei estabelece o regime jurídico da mobilidade de estudantes, professores e investigadores do ensino superior, dentro e fora do espaço europeu, através da simplificação dos procedimentos administrativos e da harmonização dos sistemas de reconhecimento de graus e diplomas.

Neste sentido, destaca-se que a mobilidade acadêmica de longa duração é uma forma valiosa de internacionalização do ensino superior, e que estudantes internacionais que optam por fazer ciclos completos em Portugal podem trazer contribuições significativas para o ambiente acadêmico e cultural do país. Portanto, é importante que as pesquisas continuem a explorar essa forma de mobilidade acadêmica e a entender melhor as necessidades e experiências desses estudantes que enfrentam inúmeros desafios ao longo de sua jornada.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento da proposta do modelo infocomunicacional SAPIEns, acrônimo para Sistema de Acolhimento Partilhado e Integrado para os Estudantes Estrangeiros do Ensino Superior, optou-se como metodologia, numa primeira fase, a revisão da literatura, que permitiu identificar a existência de uma lacuna, ou seja, a inexistência

de um modelo e/ou plataforma de apoio ao processo de mobilidade internacional dos estudantes estrangeiros, com foco nos estudantes que migram para realizar um ciclo de estudos completo noutro país.

Por outro lado, usufrui-se da investigação participante devido a uma das autoras da investigação ter como experiência pessoal a migração para realização de um ciclo de estudos completo em Portugal, e como tal se ter confrontado com os desafios ao nível da preparação, acolhimento e integração. Esta experiência permitiu identificar todos os agentes envolvidos no ecossistema da mobilidade acadêmica, as dinâmicas processuais, as documentações necessárias para permanecer legalmente no país acolhedor durante o período de estudo, os formulários a serem preenchidos e as dinâmicas de comunicação.

Por último, optou pelo *design-based research* que valoriza a intervenção contextualizada, procurando integrar a teoria com a prática, numa busca de uma melhoria progressiva envolvendo os agentes (Tessier, 2022; Scott, Wenderoth & Doherty, 2020; Vaezi, Moonaghi & Golbaf, 2019). Estas três dinâmicas de investigação permitiram conceituar o modelo infocomunicacional que se apresenta nesse artigo.

4. A Jornada do Estudante Estrangeiro

A jornada do estudante estrangeiro, ao experimentar os desafios da mobilidade acadêmica internacional, divide-se em preparação, acolhimento e integração, onde identificam-se fatores decisivos para minimizar os impactos que se verificam durante o processo de mudança e adaptação para o país acolhedor (Universidade de Aveiro, 2021).

Em cada fase, para além das formalidades, observam-se estruturas acadêmicas e não acadêmicas que possuem a função de interagir e apoiar os estudantes estrangeiros, de maneira permanente e personalizada, por meio de canais próprios de comunicação.

4.1. A Preparação

A fase de preparação da mobilidade acadêmica é o primeiro aspecto a ser considerado. Afinal, o planejamento da mobilidade acadêmica pode evitar contratempos referentes a documentação e custos desnecessários para os estudantes estrangeiros.

A considerar o contexto português, nos termos da Lei N◦ 18/2022, de 25 de agosto de 2022, que aprova o regime jurídico de entrada, permanência, saída e afastamento de estrangeiros do território nacional, os estudantes estrangeiros devem possuir documentos que o permitam estabelecer residência formal no país, por tempo determinado ou indeterminado, seja através do exercício de uma atividade específica ou como beneficiário de um acordo de visto.

Neste sentido, inicialmente, no caso de estudantes estrangeiros não-europeus, é necessário obter um passaporte como documento de viagem válido; e, para os nacionais dos estados-membro da União Europeia, é necessário apresentar um documento de identificação nacional. O passaporte é o documento que permite ao titular cruzar legalmente a fronteira de um país estrangeiro. No passaporte são registradas as entradas, saídas, vistos e demais autorizações. A emissão do passaporte é realizada pelos órgãos responsáveis por assuntos relacionados à imigração, fronteiras ou segurança nacional de cada país, com o objetivo de garantir a máxima segurança contra a falsificação.

Para além do passaporte, os estudantes estrangeiros devem tratar a validação de diplomas e históricos, de nível secundário e superior. Para esta finalidade, os estudantes estrangeiros devem solicitar a emissão da Apostila de Haia com o objetivo de apresentá-la nos processos de candidaturas das IES. Nos termos da Convenção Relativa à Supressão da Exigência da Legislação dos Atos Públicos Estrangeiros, concluída na Haia, em 5 de outubro de 1961, sob a égide da Conferência da Haia de Direito Internacional Privado, a Apostila de Haia consiste no certificado de autenticidade de assinaturas, cargos de agentes públicos, selos ou carimbos de instituições presentes em documentos públicos ou de natureza particular emitidos por países signatários da Convenção de Haia. Atualmente são mais de 100 países signatários entre os cinco continentes. O órgão responsável pela emissão da Apostila de Haia varia de acordo com as regras de cada país, sendo, assim, realizada por notários credenciados, consulados, embaixadas, entre outros.

Após ter sido selecionado e se ter matriculado em uma IES portuguesa, o estudante estrangeiro deve solicitar uma declaração de matrícula com o objetivo de confirmar o curso e a sua duração, o número de créditos curriculares, o regime de inscrição, o valor do curso e taxa de inscrição e o seguro de acidentes pessoais no qual tem direito.

A apresentação da declaração de matrícula, bem como o comprovativo de morada, é essencial para a solicitação do "Visto de residência para investigação, estudo, intercâmbio de estudantes do ensino secundário, estágio e voluntariado" (VFS Global, 2023), por períodos superiores a 1 ano. Dessa maneira, considera-se válido como comprovativo de morada, um documento que possa salvaguardar a estadia do estudante estrangeiro em território português, seja um contrato em residência universitária ou residência particular, ou reserva em hotel.

Atualmente, as emissões dos vistos portugueses estão a cargo da VFS Global, empresa de terceirização e serviços de tecnologia para governos e missões diplomáticas em todo o mundo. Assim, para tratar o visto de estudo, além do conjunto de documentos citados anteriormente, deve-se apresentar fotografias tipo passe, fotocópia do bilhete de identidade a cores, seguro de viagem, certificado apostilado de registo criminal do país de origem com menos de 90 dias, autorização de consulta do registo criminal português, meios de subsistência, entre outros documentos (VFS Global, 2023). O visto de estudo permite a entrada formal de estudantes estrangeiros no território português; contudo, a isenção do visto de estudo é aplicável à estudantes estrangeiros titulares de autorização de residência concedida por um outro Estado membro da União Europeia. Reforça-se que o visto de turista não é adequado para os estrangeiros que desejam realizar estudo ou investigação por períodos superiores a 1 ano.

Após a obtenção do visto de estudo, os estudantes estrangeiros devem providenciar o certificado internacional de vacinação ou profilaxia com o objetivo de comprovar que está imune a doenças. Portugal não possui exigências legais no que respeita as vacinas, mas o Ministério de Saúde do país recomenda que todos os cidadãos sejam vacinados contra o tétano e que a renovem a cada 10 anos.

A fase de preparação da mobilidade acadêmica encerra-se com a compra do bilhete de viagem. Neste sentido, as companhias de viagem, aéreo ou terrestre, são responsáveis por oferecer rotas e destinos variados, assim como diferentes níveis de serviços, para atender às necessidades dos estudantes estrangeiros.

4.2. O Acolhimento

A fase de acolhimento refere-se aos protocolos a serem realizados na chegada do estudante estrangeiro à Portugal antes de apresentar-se as autoridades responsáveis pelos serviços de migração. Ressalta-se que, em abril de 2021, através da Resolução do Conselho de Ministros N◦ 43/2021, o Serviço de Estrangeiro e Fronteiras (SEF) foi declarado extinto. E, em abril de 2023, a ministra adjunta e dos assuntos parlamentares, Ana Catarina Mendes, após a reunião do Conselho de Ministros, anunciou a criação da Agência Portuguesa para Minorias, Migrações e Asilos (APMMA) em substituição do SEF e do Alto Comissariado para as Migrações (ACM). Tal reestruturação, que terá um período de transição de seis meses após a entrada em vigor do decreto-lei, promete acelerar os processos de autorização de residência, através do reforço da digitalização dos serviços e de uma visão humanizada, para os que chegam em Portugal.

O acolhimento costuma ser repleto de obstáculos porque os estudantes estrangeiros ainda não conhecem, o suficiente, a cidade que o acolhe, impedindo-os de localizar com agilidade às instituições responsáveis por tratar cada documento exigido nesta fase. E, por mais que as IES possuam departamentos voltados para atender as necessidades dos estudantes estrangeiros, as informações costumam ser passadas de estudante para estudante de maneira informal, o que gera ruídos na comunicação e, consequentemente, erros durante o processo.

Neste sentido, o processo de acolher e regularizar o estudante, inicia-se a partir da solicitação da certidão de morada à Junta de Freguesia. No ato da solicitação, necessita-se apresentar o contrato de residência ou reserva do hotel ou, em alternativa, caso o estudante não possua nenhum dos comprovativos citados anteriormente, recorrer a duas testemunhas residentes na mesma freguesia com a finalidade de comprovar a morada.

A segunda formalidade a ser tratada consiste no Número de Identificação Fiscal (NIF), atribuído pela Autoridade Tributária e Aduaneira (organismo do Ministério das Finanças), no qual destina-se ao tratamento de informações no âmbito fiscal e aduaneira. O NIF é o número necessário para realizar transações financeiras em Portugal e pode ser adquirido no balcão de atendimento da Autoridade Tributária e Aduaneira na loja do cidadão. No processo de emissão do NIF, os estudantes do primeiro e segundo ciclo devem recorrer a um representante fiscal ao preencher o formulário previsto para o efeito. No caso de estudantes do terceiro ciclo, não se faz necessário esta exigência. Para fazer o pedido do NIF, necessita-se apresentar o formulário com os dados do representante fiscal, o passaporte e a certidão de morada do estudante estrangeiro.

A terceira formalidade trata-se do *International Bank Account Number* (IBAN), emitido pelo banco à escolha do estudante, desde que a estadia seja por período superior a 1 ano. Por meio deste serviço, o estudante passa a ter um cartão de débito e de crédito que permitirá a movimentação da conta em agências, caixas eletrônicas, aplicações digitais e, ainda, efetuar pagamentos e compras. O cartão bancário também pode integrar as funcionalidades do cartão de estudante, desde que seja solicitado ao banco parceiro da IES que o acolhe, permitindo-o usar o estacionamento privativo, realizar impressões ou entrar nas salas de aula de uso exclusivo. Para abrir a conta bancária, o estudante precisa apresentar o passaporte, a certidão de morada, o NIF e a declaração de matrícula.

A quarta formalidade refere-se ao Número de Identificação da Segurança Social (NISS), atribuído pelo Serviço de Segurança Social, no qual permite o estudante a exercer uma atividade profissional subordinada ou independente, acompanhado de contrato ou declaração de início de atividade junto da administração fiscal. O exercício de atividade profissional deve ser comunicado junto ao SEF no ato da entrevista para que seja adicionado ao título de residência.

A quinta formalidade trata-se da adesão ao Sistema Nacional de Saúde (SNS) para efeitos de obtenção do Número de Utente e Cartão de Vacinação. Em situações de urgência, o estudante deve priorizar o atendimento hospitalar; e, em outras situações, deve buscar ajuda no Centro de Saúde próximo a área de residência. Para inscrever-se no SNS, o estudante deve apresentar documentos como: passaporte com o visto de estudo, certidão de morada, número de identificação da segurança social e, se necessário, a declaração de matrícula. Adicionalmente, no que respeita a saúde e bem-estar, e para além das questões relacionadas ao SNS, as IES também oferecem apoio através dos Centros de Saúde Universitário com as suas diversas especialidades médicas ou serviços de enfermagem, e diversos protocolos firmados com entidades privadas a preços reduzidos. Os serviços de saúde visam garantir que os estudantes estejam preparados para lidar com qualquer emergência médica que possa surgir durante a sua estadia. Por este motivo, é importante que os estudantes estejam conscientes das políticas de saúde do país e sigam as recomendações das autoridades de saúde locais.

A fase de acolhimento, para estadias acima de um ano, encerra-se com a obtenção do título de residência, que passa a ser o documento de identificação oficial dos estrangeiros em Portugal. Os documentos necessários para a obtenção desta autorização encontram-se discriminados no Portal do SEF. Portanto, a emissão do título é de responsabilidade do SEF e exige o pagamento de uma taxa de acordo com a nacionalidade de cada estudante.

4.3. A Integração

A integração é um fator decisivo para minimizar os impactos que se verifiquem em qualquer processo de mudança de hábitos, costumes e de vivência do quotidiano num ambiente que não o do seu país de origem. Por isso, o processo de integração dos estudantes estrangeiros inicia-se antes da viagem, ainda que de forma tímida e lenta, e aquando da chegada, ao ter de contactar presencialmente com a IES e seus representantes que o acolhem.

Segundo Spencer-Oatey & Dauber (2019), a integração é relevante no ensino superior para que os estudantes nacionais e internacionais possam criar redes de apoio valiosas que são capazes de impactar o bem-estar individual e coletivo, aumentar o desempenho acadêmico e desenvolver habilidades interculturais. No entanto, a integração não ocorre naturalmente.

Neste sentido, há inúmeros tipos de suportes para que o estudante estrangeiro se integre a nova realidade em que ele próprio escolheu experimentar, tais como os suportes acadêmicos (tutorias, monitorias, cursos linguísticos etc.), os suportes religiosos e/ou espirituais (ritos, reflexões filosóficas ou doutrinais, diálogos inter-religiosos etc.), os suportes sociais (esportes, turismo, expressões artísticas etc.) e os suportes emocionais (acompanhamento psicológico). Tais suportes contribuem na promoção da diversidade

cultural e na conscientização sobre a importância da inclusão e da tolerância em ambientes acadêmicos internacionais).

Contudo, entende-se que o sucesso da integração parte da capacidade do estudante estrangeiro de responsabilizar-se por aquilo que acontece em sua vida, seja positivo ou negativo, e o que a influência direta ou indiretamente. Portanto, reforça-se a relevância da autorresponsabilidade diante dos desafios presentes ao longo de toda a adaptação no país que o acolhe.

Desenvolver a autorresponsabilidade, nesta e em todas as outras fases, permite que o estudante estrangeiro tenha mais controle sobre os procedimentos que envolvem a mobilidade acadêmica. Além disso, os estudantes estrangeiros aprendem mais ao refletir sobre as próprias ações do que transferindo a culpa para outras pessoas.

A transferência de culpa, seja de maneira consciente ou inconsciente, é uma atitude comum praticada pelos estudantes estrangeiros, mas não é a melhor forma de lidar com as situações. Neste sentido, a autorresponsabilidade possui um impacto positivo de profunda relevância na jornada da mobilidade acadêmica e pode, inclusive, ajudar o estudante a não desistir do seu propósito de vida.

5. O Ecossistema da Mobilidade Acadêmica

O ecossistema que envolve os processos burocráticos de preparação, acolhimento e integração de estudantes estrangeiros que desejam estudar em Portugal é complexo. Dessa maneira, a fim de identificar as diversas instâncias e perceber os pontos críticos da mobilidade acadêmica, no contexto português, desenvolveu-se um mapa conceitual com a presença de todos os *stakeholders*, a considerar os estudantes estrangeiros no centro da jornada, bem como os demais agentes acadêmicos e não acadêmicos.

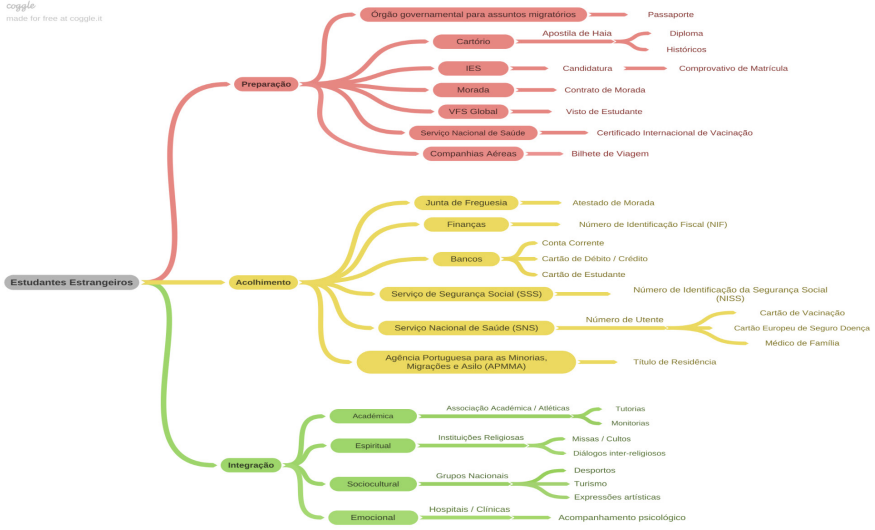


Figura 1 – Ecossistema da mobilidade acadêmica

6. O Modelo Infocomunicacional SAPIEns

O modelo infocomunicacional, segundo Passarelli, Malheiro & Ramos (2014), é uma abordagem teórica que descreve como a informação é transmitida, processada e utilizada, dentro e entre os sistemas de comunicação, para tomar decisões e realizar ações. Os elementos e processos que compõem os sistemas de comunicação incluem os emissores, receptores, canais de comunicação, codificação e decodificação de mensagens e *feedback*.

Adicionalmente, para desenvolver um modelo infocomunicacional, considera-se, ainda, o papel da interação entre a tecnologia da informação e o processo de comunicação humana. Neste sentido, Passarelli, Malheiro & Ramos (2014), exploram como a tecnologia afeta a comunicação e como a comunicação afeta a tecnologia através da análise de sistemas de informação, redes de computadores, tecnologias de comunicação sem fio e outras tecnologias que suportam a troca de informações.

Neste sentido, o modelo SAPIEns, acrônimo para Sistema de Acolhimento Partilhado e Integrado para os Estudantes Estrangeiros, em sua fase inicial, inclui-se na categoria de modelo infocomunicacional com incidência no comportamento dos utilizadores face à informação pesquisada e comunicada para seu uso em situações, contextos e ambientes que envolvem a mobilidade acadêmica.

Este modelo representa e orienta a intervenção mais aplicada da investigação por conter os detalhes de todas as suas componentes e efeitos, com destaque para o estudante estrangeiro enquanto utilizador final.

As dimensões consideradas no modelo SAPIEns são: arquitetura digital (componentes físicos, interfaces e bases de dados), regras de governança da plataforma (liderança e atitude do proprietário com os membros), e a inovação digital (uso da tecnologia durante o processo).

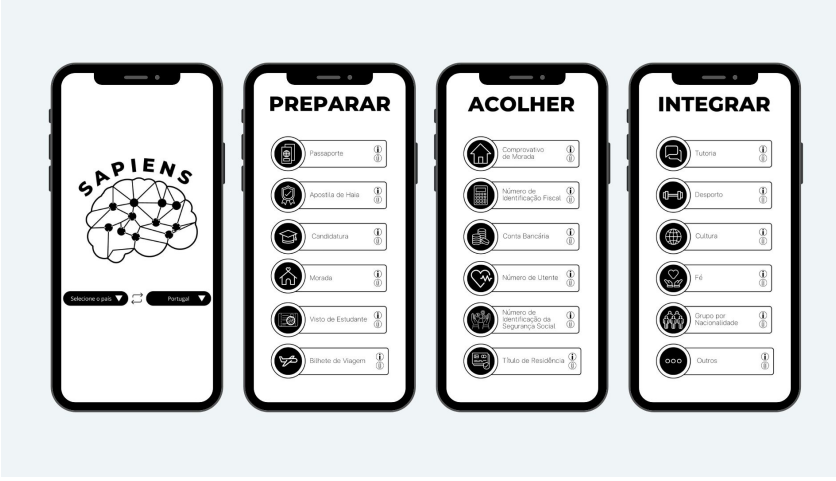


Figura 2 – Modelo inicial do SAPIEns

O modelo SAPIEns visa reunir informações relevantes que ajude a tratar as formalidades necessárias na realização da mobilidade acadêmica com menos riscos, facilite a comunicação entre os agentes envolvidos e agilize as burocracias.

O propósito deste modelo infocomunicacional é tornar a experiência dos estudantes estrangeiros mais acessível, descomplicada e prazerosa ao longo de sua estadia em Portugal, desde a fase de preparação até a fase de integração.

Para tornar-se um utilizador do SAPIEns, os estudantes terão de criar uma conta pessoal ao inserir credenciais como *e-mail* e senha. Depois desta etapa, pode-se ter acesso às informações que envolvem desde formalidades para entrar e permanecer em Portugal, como passaporte, comprovativo de morada, visto de estudante, número de identificação fiscal, abertura de conta bancária, número de identificação da segurança social, cartão de saúde, seguro de acidentes pessoais, até formalidades acadêmicas como equivalência escolar e de nível superior, traduções certificadas, Apostila de Haia, entre outros procedimentos.

Além de reunir o passo a passo de cada burocracia em ordem lógica, espera-se que a plataforma também seja capaz de receber, em forma de anexo, cópias de todos os documentos solicitados em cada procedimento para que sejam devidamente analisados por cada instância competente.

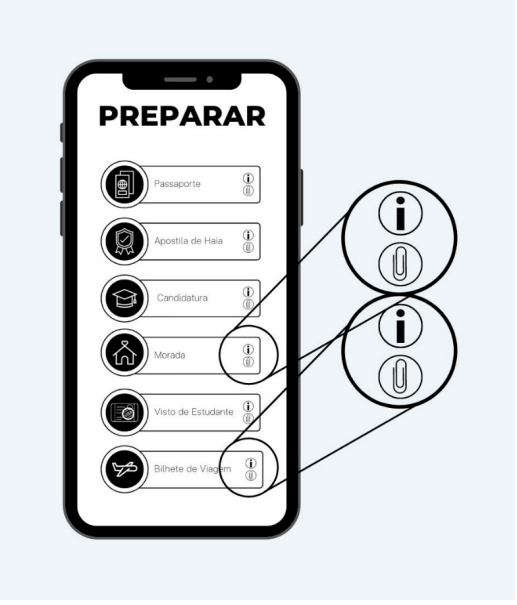


Figura 3 – Funcionalidades informacionais do SAPIEns

O que faz com que uma rede de acolhimento seja forte é como cada ponto da rede se apoia nos outros pontos da rede. Neste sentido, a busca por fontes formais de informação é o que diferencia a plataforma SAPIEns de outros canais de comunicação, como as páginas

em redes sociais, grupos de discussão e blogs, que, apesar de contribuírem para a rapidez na transmissão da informação, geram conteúdos divergentes ou desatualizados que induzem os estudantes estrangeiros ao erro e, consequentemente, atrasam os procedimentos.

Assim, com o objetivo de fornecer informações com alto nível de confiabilidade e menor redundância, espera-se que o conteúdo da plataforma seja assegurado por especialistas e parceiros institucionais. Portanto, para cada formalidade será atribuído um *hiperlink* de acesso para a plataforma da instituição responsável por tratar a respectiva demanda.



Figura 4 – Funcionalidades comunicacionais do SAPIEns

A plataforma SAPIEns tem por missão diminuir os ruídos na comunicação entre estudantes estrangeiros e parceiros institucionais envolvidos nos processos de mobilidade acadêmica através da recolha, filtragem, organização e divulgação da informação de qualidade no ambiente digital. Portanto, se faz necessária como uma ferramenta capaz de compreender os processos de preparação, acolhimento e integração de estudantes estrangeiros tendo em vista a complexidade do ecossistema envolvido.

7. Conclusões

A mobilidade acadêmica internacional é um diferencial na vida de todos os estudantes que passam por esta experiência, contudo observa-se a existência de inúmeras barreiras que comprometem os processos de informação e comunicação presentes ao longo da jornada. Assim, conclui-se que, no âmbito das pesquisas em informação e comunicação em plataformas digitais, ainda há lacunas a serem preenchidas e oportunidades a serem exploradas para que a satisfação dos agentes envolvidos no ecossistema da mobilidade acadêmica seja garantida e os resultados internacionais das Instituições do Ensino Superior (IES) sejam mantidos. Dessa maneira, espera-se que o Sistema de Acolhimento

Partilhado e Integrado para os Estudantes Estrangeiros do Ensino Superior (SAPIEns), ainda em fase inicial, agregue para a competitividade das IES, promova e otimize relacionamentos duradouros entre os agentes envolvidos, e, por fim, contribua para a consolidação das iniciativas de internacionalização pelo mundo.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por fundos através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDB/05460/2020, e da FAPEMA – Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão, no âmbito da bolsa de doutoramento BD-02564/21.

Referências

Bittencourt, T., Johnstone, C., Adjei, M., & Seithers, L. (2021). "*We See the World Different Now*": Remapping Assumptions About International Student Adaptation. Journal of Studies in International Education, 25(1), 35–50. https://doi.org/10.1177/1028315319861366

Direção-Geral do Ensino Superior. (2023). *Ensino superior*. https://www.dges.gov.pt/pt

Knight, J. (2020). *Internacionalização da educação superior: conceitos, tendências e desafios (2ª. ed.)*. Oikos. https://oikoseditora.com.br/new/obra/index/id/1093

Lourenço M., Andrade A. I. & Byram M. (2020). *Representations of internationalisation at a Portuguese Higher EducationInstitution: From institutional discourse to stakeholders' voices. Revista Lusófona de Educação, Vol. 47, No. 47, pp. 53-68*. https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle47.04

Ministério da Educação e Ciência. (2014). *Uma estratégia para a internacionalização do ensino superior português*. https://www.historico.portugal.gov.pt/media/1545745/201450926%20mec%20Internacionalizacao%20Ensino%20Superior.pdf

Passarelli, B., Malheiro, A. & Ramos, F. (2014). *e-Infocomunicação: estratégias e aplicações*. Senac São Paulo.

Raupp, M. & Seifriz, M. A. (2016). *Os desafios da mobilidade acadêmica para a gestão universitária: um survey com graduandos da UDESC*. Revista GUAL, Florianópolis, v. 9, n. 2, pp. 282-300. https://doi.org/10.5007/1983-4535.2016v9n2p282

Scott, Emily E.; Wenderoth, Mary Pat & Doherty, Jennifer H. (2020). *Design-Based Research: A Methodology to Extend and Enrich Biology Education Research*. CBE—Life Sciences Education, v. 19, n. 3, 1-12. https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0245

Serpa, Sandro & Caldeira, Suzana & Serpa, Margarida & Lalanda-Gonçalves, Rolando & Montenegro, Helena & Rego, Isabel. (2020). *Mobility in the Internationalisation of Higher Education Institutions*. International Journal of Higher Education, v. 9, n. 4, 46-60. https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n4p46

Silva, W. A & Mari, C. L. (2017). *Internacionalização e ensino superior: história e tendências atuais*. Revista de Políticas Públicas e Segurança Social, v. 1, n. 1, 36-56.

Spencer-Oatey, H., Dauber, D. (2019). *Internationalisation and student diversity: how far are the opportunity benefits being perceived and exploited? High Educ* 78, 1035–1058. https://doi.org/10.1007/s10734-019-00386-4

Tessier, Virginie. (2022). *Expansive learning for collaborative design*. Design Studies, vol. 83, 1-24. https://doi.org/10.1016/j.destud.2022.101135

Universidade de Aveiro. (2021). *Guia do Estudante Internacional 2021/2022*. https://www.ua.pt/file/62286

Vaezi, H., Moonaghi, H. K., & Golbaf, R. (2019). *Design-Based Research: Definition, Characteristics, Application and Challenges*. Journal of Education in Black Sea Region, 5(1), 26–35. https://doi.org/10.31578/jebs.v5i1.185

VFS Global. (2023). *Visto de residência*. https://www.vfsglobal.com/portugal/brazil/residency-visa.html

Yemini, M. (2017). *Internationalization and global citizenship: Policy and practice in education*. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/09/2023
Aceitação/Acceptance: 07/11/2023

Sistema de alivio de carga para las subestaciones de energía de la empresa eléctrica Quito mediante el protocolo MQTT y la Norma IEC 61850

Jonathan Cahuasquí[1], Alex Contento[1], Edgar González[1], Rosario Coral[1]

{jcahuasqui; e1716798614; eegonzalez; rcoral}@uisrael.edu.ec

[1] Universidad Tecnológica Israel, E4-142, Marieta De Veintimilla y Fco. Pizarro, Quito, Ecuador

Pages: 474-485

Resumen: Este documento presenta los resultados de la implementación de un sistema de alivio de carga por contingencia basado en el bróker MQTT, diseñado para abordar posibles fallas en el sistema de Subtransmisión de 46KV en forma de anillo en la empresa Eléctrica Quito. La empresa opera un sistema SCADA que supervisa 50 subestaciones para garantizar la entrega de energía eléctrica dentro de los parámetros regulados. Cada subestación está equipada con una red LAN que aloja equipos de monitoreo y control (IED) para los equipos primarios, todos conectados en una red WAN. Las fallas pueden incluir sobrecargas en tramos de líneas entre subestaciones y desconexiones de transformadores, lo que podría afectar la generación hidráulica de las centrales. Conforme a esto se ha implementado un sistema de deslastre de carga utilizando equipos Weintek, Gateways industriales conectados a la misma donde se obtiene la información para la lógica de contingencia de los IEDs siguiendo el Protocolo IEC 61850. Este permite etiquetar los datos asignando nombres a las señales según el nodo lógico al que pertenecen, siguiendo la normativa, de esta forma se garantiza que el sistema brinde una solución eficiente para abordar contingencias en el sistema de subtransmisión eléctrica.

Palabras-clave: MQTT; Alivio de carga; MMS; IED IEC 61850; Weintek.

Load relief system for Quito's power substations using the MQTT protocol and the IEC 61850 standard

Abstract: This paper presents the results of the implementation of a contingency load shedding system based on the MQTT broker, designed to address potential disturbances in the 46KV ring-shaped subtransmission system of Eléctrica Quito. The company operates a SCADA system that monitors 50 substations to ensure power delivery within regulated parameters. Each substation is equipped with a LAN network that houses primary equipment monitoring and control devices (IEDs), all connected to a WAN network. Failures can include overloads on lines between substations and transformer shutdowns, which can affect the hydraulic generation of the power plants. Accordingly, a load shedding system has been implemented using Weintek equipment connected to industrial gateways, where the information for the contingency logic of the IEDs is obtained according to the

IEC 61850 protocol. This makes it possible to label the data by assigning names to the signals according to the logic node to which they belong, in accordance with the standards, thus ensuring that the system provides an efficient solution for dealing with contingencies in the electrical subtransmission system.

Keywords: MQTT; Load Relief; MMS; IEC 61850 IED; Weintek.

1. Introducción

El crecimiento continuo de la demanda y la carga en los sistemas eléctricos, esenciales en la vida moderna, ha elevado la energía eléctrica a un recurso fundamental en múltiples áreas. A pesar de esta relevancia, el incremento de la demanda ha llevado a los equipos a operar en la cercanía de sus límites, incrementando el riesgo de contingencias que pueden provocar el colapso del sistema. Por esta razón, se realizan análisis de contingencia N-1 y N-2 a nivel de 46 kV para reconfigurar la red y asegurar su óptimo funcionamiento.

Estos análisis abarcan diversas situaciones, considerando diferentes niveles de demanda y se ejecutan tanto en días laborables como en fines de semana. Las contingencias N-1 se refieren a las líneas de Subtransmisión, mientras que las N-2 involucran a los transformadores 138/46 kV. Para mantener una reserva de potencia adecuada, se implementan deslastres de carga y reconfiguraciones del sistema en caso de sobrecarga y desconexión de transformadores.

A pesar de que la implementación de estos sistemas se ha venido desarrollando localmente durante años, la interconexión de redes ha permitido abarcar distintas zonas del sistema. Además, los dispositivos inteligentes (IED) han sido incorporados para el control, protección y medición de parámetros esenciales en las subestaciones.(Carreño-Pérez et al., 2019)

Los IED recopilan señales analógicas y digitales de equipos de campo, digitalizándolas para ser accesibles según la Norma IEC 61850(Vargas-Torres et al., 2019). Esta comunicación con los equipos de control y protección se establece en función de las condiciones y valores, definidas mediante programación en Codesys, donde se determinan los límites que activan la contingencia y la desconexión de la carga por subestación.

El sistema de alivio de carga juega un rol crucial en la prevención de cortes y sobrecargas de energía. Se basa en el monitoreo continuo del consumo eléctrico y, al detectar sobrecargas, ajusta automáticamente el consumo. La implementación de este sistema contribuye a la eficiencia energética y la reducción de costos. El protocolo MQTT es esencial en este contexto, ya que posibilita la comunicación eficiente entre dispositivos y sistemas(Castillo Badillo, 2022). La norma IEC 61850, por otro lado, establece estándares para la comunicación en subestaciones, garantizando la transmisión de datos en tiempo real. La combinación de MQTT y la norma IEC 61850 mejora la eficiencia y seguridad del sistema eléctrico (Zambrano Valverde, 2019).

2. Antecedentes y Arquitectura del proyecto

La implementación de medidas de contingencia con el propósito de prevenir la sobrecarga en los componentes de la red desempeña un papel crucial en garantizar la estabilidad

operativa del sistema eléctrico. Estas acciones proactivas tienen como objetivo evitar situaciones en las cuales los perfiles de voltaje puedan exceder los límites establecidos por los organismos reguladores. Esta estrategia de contingencia es esencial para salvaguardar el correcto funcionamiento de la red eléctrica y garantizar un suministro de energía confiable y seguro para los usuarios finales.

En el contexto actual, las subestaciones eléctricas han avanzado en términos de conectividad y comunicación. Se ha implementado una red WAN (Wide Area Networks) que posibilita la interconexión entre las diversas subestaciones, permitiendo la comunicación y el intercambio de información entre los equipos instalados en ubicaciones geográficamente dispersas. Además, una red LAN (Local Area Networks) facilita la comunicación localizada con los dispositivos encargados de recolectar información en cada subestación. Esta infraestructura de comunicación en dos niveles contribuye a una operación más eficiente y a un monitoreo en tiempo real de los parámetros críticos de la red(Herrera & Herrera, 2016).

Con el fin de aprovechar los avances tecnológicos que permiten la interoperabilidad de dispositivos que operan bajo distintos protocolos de comunicación, se ha optado por incorporar un controlador lógico programable diseñado específicamente para el entorno de IIOT (Internet Industrial de las Cosas). Este controlador, que integra la plataforma Codesys, desempeña un papel esencial en la ejecución de tareas de programación y en la gestión de datos provenientes de múltiples dispositivos. Esto habilita la adaptabilidad de la red a las cambiantes condiciones operativas y la implementación de respuestas automáticas en caso de contingencia.

Entonces, el protocolo MQTT, diseñado para facilitar la comunicación en el contexto de IIOT, desempeña un papel esencial en la transmisión de datos. En este proyecto, MQTT actúa como un intermediario entre suscriptores y publicadores, permitiendo la transmisión eficiente y confiable de información. La inclusión de un dispositivo conocido como Broker optimiza la gestión de datos, facilitando la distribución precisa de la información a los dispositivos relevantes en la red(Buetas Sanjuan, 2021).

Por su parte, la herramienta de programación Codesys adquiere un rol fundamental en la ejecución de esta implementación. A través de esta plataforma, se diseñan y programan las lógicas necesarias para activar las medidas de contingencia. El controlador seleccionado para este proyecto es el equipo Weintek de la serie cMT-CTRL01, el cual, una vez que los dispositivos están conectados en la red que alberga a los IED (Dispositivos Electrónicos Inteligentes), recopila información de los Tags y la publica en un Broker MQTT. Este último se encarga de distribuir los mensajes a los clientes suscritos, que son los otros dispositivos presentes en la red.

Mediante la transmisión en tiempo real de datos a los dispositivos encargados de la lógica de alivio de carga, se asegura que las medidas de contingencia se activen de manera oportuna y precisa. Esto sucede cuando los valores de las señales experimentan cambios o alcanzan los límites predeterminados en la programación. En respuesta, se activa una salida física en un módulo integrado en el equipo cMT-CTRL01, la cual está asociada a un disyuntor que desconecta la carga. La secuencia de estas acciones obedece a la lógica de programación, adaptándose a los diferentes escenarios que pueden presentarse en cada subestación.

La información generada y compartida en esta implementación debe ser estructurada y modelada con precisión. Esta estructura se encuentra fundamentada en la Norma IEC 61850 como se ve representada en la Figura 1, que establece una estructura de intercambio vertical entre dispositivos. Este estándar utiliza el protocolo MMS para asegurar la transmisión fluida y confiable de datos entre los componentes(Acevedo-Cardozo et al., 2019).

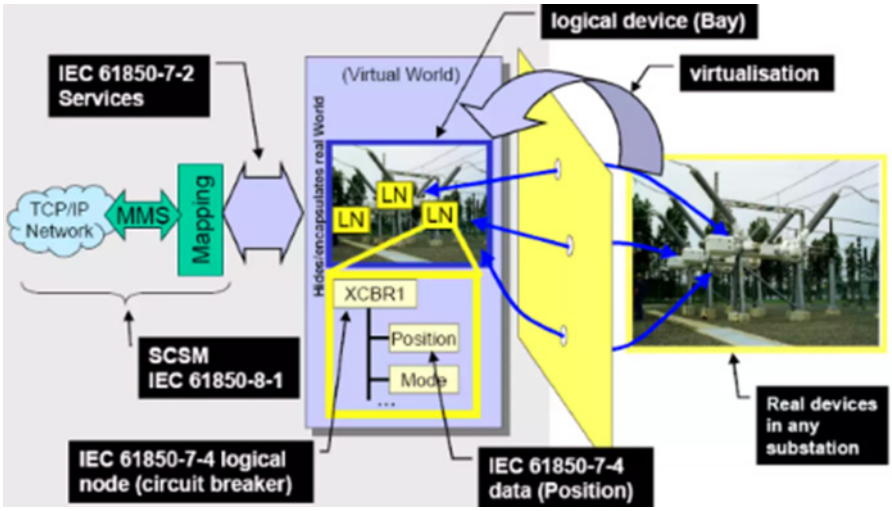


Figura 1 – Visualización conceptual en IEC 61850(Acevedo-Cardozo et al., 2019)

La norma IEC 61850 opera bajo un enfoque orientado a objetos, lo que implica que cada dispositivo físico está asociado a un equivalente lógico. Esta relación está estandarizada y se manifiesta en la Figura 2. Además, se pueden identificar múltiples nodos lógicos que representan los equipos físicos en una subestación. Por ejemplo, el interruptor XCBR se identifica mediante una asignación basada en su función y posición, lo que contribuye a la precisión en la recolección de datos.

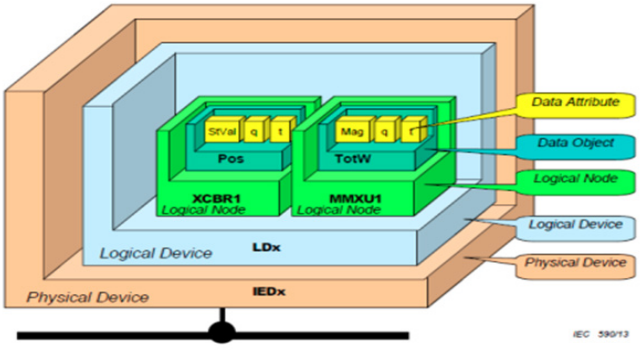


Figura 2 – Modelo de datos IEC 61850 (Acevedo-Cardozo et al., 2019)

En el entorno actual, marcado por avances tecnológicos, los equipos industriales están diseñados para establecer comunicación tanto a nivel local como remoto. Esto promueve la interacción colaborativa entre los dispositivos, optimizando los procesos y evitando pérdidas innecesarias. Además, posibilita un monitoreo en tiempo real de parámetros críticos, lo que es esencial para la toma de decisiones informadas.

En resumen, la implementación de estrategias de contingencia es esencial para prevenir sobrecargas en la red eléctrica y asegurar la integridad del sistema. El uso de redes de comunicación interconectadas, como WAN y LAN, facilita la interacción entre dispositivos en ubicaciones diversas. La adopción de controladores lógicos programables y la utilización del protocolo MQTT optimizan la gestión de datos y la activación de medidas de contingencia. La herramienta de programación Codesys es esencial en la configuración de lógicas operativas, y el controlador cMT-CTRL01 de Weintek, junto con los IED, desempeñan un papel central en la recopilación y distribución de información. La adhesión a la Norma IEC 61850 garantiza la estructuración precisa de la información en el entorno de intercambio de datos. La continua evolución tecnológica potencia la comunicación entre equipos y la optimización de procesos, generando resultados más efectivos y minimizando pérdidas potenciales.

3. Implementación

3.1. Adquisición de la Información

En el contexto del tema abordado, se contemplan siete subestaciones, de las cuales se obtienen datos etiquetados (Tags) a través de la red LAN a la que están conectados los Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IEDs). Esta operación se muestra en la Figura 2, que representa la estructura física en el entorno de la red de subestación. La recolección de información desde los dispositivos cMT-CTRL01 se realizó empleando el software EasyBuilder, una herramienta desarrollada por Weintek específicamente para la configuración de equipos industriales Gateway, las Interfaces Hombre-Máquina (HMI) y cMT-FHD (Broker).

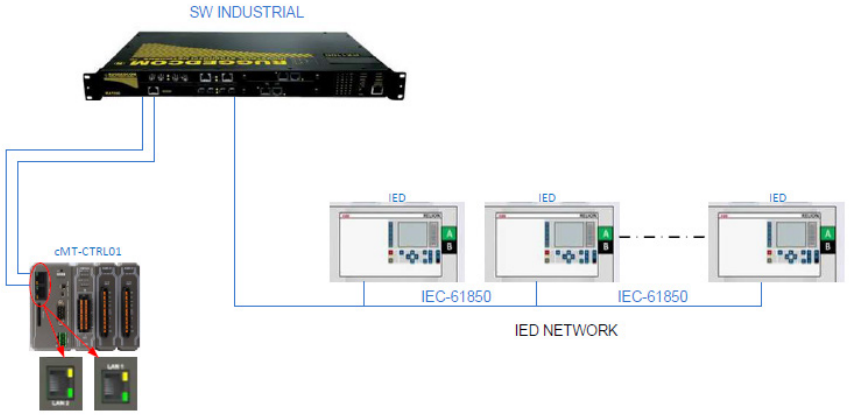


Figura 3 – Topología física de red con cMT-CTRL01.

Para la selección de las señales que se extrajeron de los IEDs se hizo referencia a las señales que se muestran en la Tabla 1 correspondientes a estados de equipos para realzar la visualización en el HMI y en la interface general de sistema.

Señales IEC61850 SE Vicentina			
Dirección IP Actual	**Abierto / Cerrado**	**Voltajes**	**Corrientes**
172.16.36.224	LDo.SXCBR1.Pos(ST)	LDo.VMMXU1.PPV.phsAB(MX) LDo.VMMXU1.PPV.phsBC(MX) LDo.VMMXU1.PPV.phsCA(MX)	LDo.CMMXU1.A.phsA(MX) LDo.CMMXU1.A.phsB(MX) LDo.CMMXU1.A.phsC(MX)
172.16.36.222	LDo.SXCBR1.Pos(ST)	LDo.VMMXU1.PPV.phsAB(MX) LDo.VMMXU1.PPV.phsBC(MX) LDo.VMMXU1.PPV.phsCA(MX)	LDo.CMMXU1.A.phsA(MX) LDo.CMMXU1.A.phsB(MX) LDo.CMMXU1.A.phsC(MX)

Tabla 1 – Señales IEC61850

Teniendo en cuenta que esta misma acción se llevará a cabo para todos los equipos conectados en la red, se utilizará la subestación como ejemplo, independientemente de si se trata del HMI, ya que la extracción de datos se realiza de manera similar

3.2. Configuración MQTT

En la sección de configuración, se deben ajustar algunas opciones esenciales, mientras que otras ya vienen predeterminadas en el software. En el campo del protocolo, se opta por la versión MQTT v3.1.1, que es la más actual entre las dos alternativas disponibles. La dirección IP del servidor corresponde al equipo cMT-FHD, que desempeña la función de intermediario (Broker). El puerto 1883 utiliza el protocolo de control de transmisión en redes TCP/IP y no requiere cambios, ya que está configurado por defecto como se muestra en la Figura 3.

Al designar el nombre del tópico, se considera la nomenclatura del equipo según la norma ANSI, que es '52', y se agrega el número de subestación junto con el número del equipo de patio (1, 2, 3, etc.) para facilitar la identificación de la subestación correspondiente al tópico al suscribirse a los datos.

Se elige el modo de envío, que puede ser basado en el valor de disparo (envío cuando cambia el valor del dato) o basado en el tiempo (con un intervalo seleccionado). Se recomienda un valor mínimo de un segundo para evitar el envío innecesario de datos. En cuanto a la calidad de servicio (QoS), se selecciona QoS 2, que asegura la retransmisión de mensajes a clientes con sesiones preestablecidas que se reconectan.

Se puede observar la ventana de configuración de servidores MQTT, de manera similar a como se configuró el dispositivo cMT-CTRL01. Los parámetros que se modificarán son la versión del protocolo, que se establece en v3.1.1; el puerto, que se configura automáticamente por defecto; la dirección IP, que ya se configuró previamente a través

del acceso web. Además, dado que este equipo funciona como servidor, no se llenará este campo. Por último, la ID del Cliente se genera aleatoriamente mediante el uso del signo de porcentaje (%) seguido del número dos (%2).

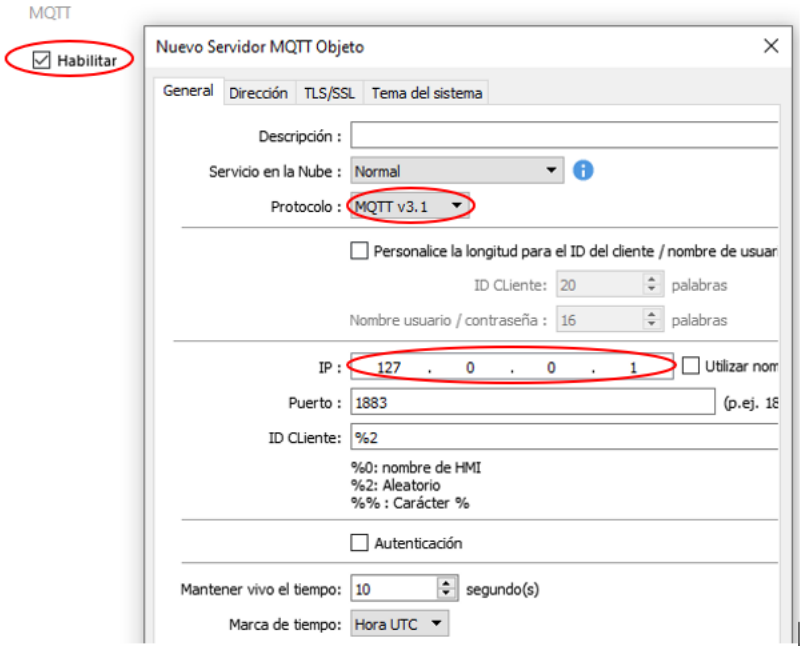


Figura 4 – *Ventana configuración MQTT Publicador.*

Una vez que se aceptan los cambios, se regresa a la ventana que contiene los tópicos MQTT tanto para publicación como para suscripción. Este equipo se encarga de suscribirse a los dispositivos que están publicando los Tags como datos, los cuales se comparten y muestran en un diagrama unifilar diseñado en el mismo equipo. Este diagrama está conectado directamente a un monitor mediante un cable HDMI donde aparecerán los nombres de los dispositivos instalados en el campo. Cuando se crea un nuevo tópico, se realiza de manera similar al modelo CTRL01, con la diferencia de que los tópicos se ubicarán en una memoria LW del equipo. Por lo tanto, es necesario crear una tabla, similar a la Tabla 2, que muestre el nombre exacto del tópico y el tipo de señal al que se está suscribiendo, ya que esto afectará la lectura de los datos.

DIRECCIÓN MQTT			
DESCRIPCIÓN	**TIPO**	**INICIO**	**FIN**
C_PhA	32 - bit Float	LW900	LW901
C_PhB	32 - bit Float	LW902	LW903
C_PhC	32 - bit Float	LW904	LW905

DIRECCIÓN MQTT			
DESCRIPCIÓN	**TIPO**	**INICIO**	**FIN**
V_PhA	32 - bit Float	LW906	LW907
V_PhBC	32 - bit Float	LW908	LW909
V_PhCA	32 - bit Float	LW910	LW911

Tabla 2 – Descripción y ubicación del dato suscrito

3.3. Programación de lógica

El programa empleado para desarrollar la lógica que activará el plan de contingencia es Codesys, la cual es una aplicación de programación utilizada en la automatización industrial a nivel de integración de sistemas eléctricos.

Una vez que todas las señales de los equipos instalados en la subestación estén publicadas y los equipos que requieren señales de otras subestaciones se hayan suscrito a ellas, se podrá iniciar la transferencia de datos al software. En esta etapa, se construirá la lógica de control utilizando diversas variables, que incluyen el estado de los transformadores (conectado o desconectado), el estado de los equipos de patio (disyuntores de línea), valores analógicos como corriente y voltaje, información relacionada con el tiempo como meses del año (periodo lluvioso o estiaje), días de la semana (entre semana o fin de semana) y el tipo de demanda (horas durante el día).

Teniendo en cuenta estos datos, se programarán valores máximos de corriente y supervisión del estado (abierto o cerrado) de los equipos de patio. Estos valores estarán asociados a fechas específicas que determinarán si el sistema debe actuar o no en una contingencia. Se cargaron las bibliotecas que contienen las funciones que se utilizarán en este caso, específicamente “SysTimeRtc= SysTimeRtc, 3.5.5.0 (System)” para la función de tiempo (horas, días y meses). En caso necesario, se recomienda actualizar las bibliotecas para que sean compatibles con el Real Time Clock, cuyo bloque se ilustra en la Figura 4.

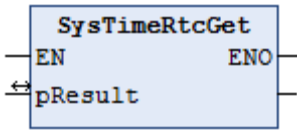


Figura 5 – *Bloque de función RTC*

La programación de la lógica se llevó a cabo utilizando el lenguaje gráfico Ladder. Antes de comenzar el trabajo, se definieron las variables, especificando su tipo (por ejemplo, BOOL, STRING, WORD, etc.) en función del tipo de dato con el que se está trabajando. Es importante asegurarse de que el formato de datos sea coherente con el de los diferentes dispositivos de los cuales se extrae la información.

Esta programación genera un archivo .XML, el cual se crea y almacena en la misma carpeta en la que se guardó el proyecto. En el programa creado en EasyBuilder y asociado al programa en Codesys, es necesario cargar este archivo en el dispositivo que se agregó como Weintek Built-in Codesys, importando los tags con las variables generadas en Codesys que están vinculadas a la adquisición de datos compartidos a través de MQTT.

4. Análisis de resultados.

Una vez que se obtuvieron los tags de información de los IEDs, se identificó el tipo de dato y el formato en el que se estaban extrayendo. En consecuencia, se realizaron pruebas de visualización de los datos en el HMI con el propósito de diseñar una pantalla que muestre los valores deseados, tal como se ilustra en la Figura 5.



Figura 6 – *Bloque de función RTC*

La Figura 6 presenta un HMI diseñado para visualizar tanto los datos obtenidos a través de los tags como aquellos compartidos mediante el protocolo MQTT. Esto incluye datos que se obtienen mediante suscripción y aquellos que se adquieren localmente, especialmente en el caso de la subestación vicentina en las cuales se han instalado pantallas táctiles. Estas pantallas permiten al usuario seleccionar la subestación de la cual desean ver los datos.

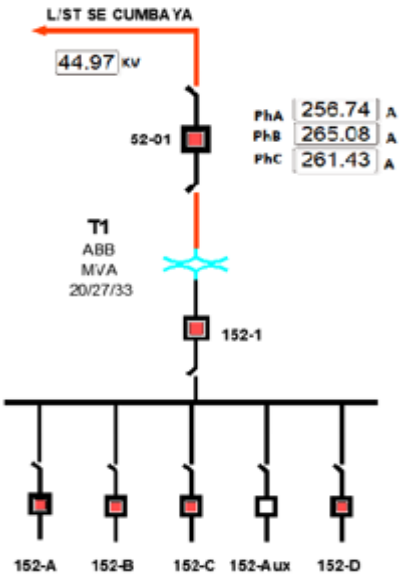


Figura 7 – *Visualización de datos en HMI*

Al acceder al archivo del programa en Codesys y autenticarse con el dispositivo, se pudo visualizar los datos en tiempo real en el bloque PLC_PRG. Este bloque también exhibe las variables de tiempo, como días, meses y horas del día, que determinan en qué intervalo temporal se encuentra para habilitar o deshabilitar la contingencia. Con esta seguridad, se procedió a realizar las pruebas.

Se efectuó una prueba de los contactos del módulo de salidas, simulando el cierre de la salida para verificar si cambiaba su estado y si coincidía con la salida asignada en la lógica en relación con la salida física de los equipos instalados en la subestación. Estas pruebas se realizaron al simular las señales que podrían variar o estableciendo límites en los valores que se medirían. Cada contingencia ya había sido definida y resumida en tablas para permitir ajustar los valores y determinar la activación de las salidas en el módulo.

Adicionalmente, se diseñó un bloque que permite ingresar tanto el valor medido como el valor asignado manualmente. Este bloque cuenta con una entrada llamada “simular” que cambia de FALSE a TRUE, momento en el cual descarta los valores medidos y emplea los valores ingresados manualmente. Este bloque se muestra en la Figura 7.

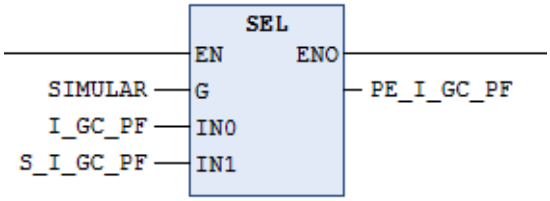


Figura 8 – *Bloque de simulación de señales*

Con el propósito de lograr una mejor comprensión de los eventos, se ha implementado una ventana configurada específicamente para la señalización de alarmas y eventos. Esta ventana muestra el funcionamiento del sistema y la activación de las salidas en cada módulo del equipo instalado en la subestación.

Para simular las contingencias y evaluar el peor escenario posible, es decir, cuando se produce una sobrecarga en el sistema y los niveles de voltaje disminuyen, se requieren aproximadamente 5 segundos. Considerando esta premisa, se han calculado los tiempos que demoraría la señal desde el dispositivo del cual se extrae el Tag hasta que se efectúe el cierre del contacto en el módulo de salidas, como se detalla en la Tabla 3.

Descripción	Tiempo
Tiempo entre sistemas (IED/cMT-CTRL01)	800 ms
Equipo de campo a Broker (pública)	20 ms
Broker a equipo de campo (suscribe)	20 ms

Descripción	Tiempo
Tiempo de actuación de la salida	500 ms

Tabla 3 – Tiempo estimado de actuación del Sistema

En total el tiempo que se estima la actuación del Sistema es de 1.5 segundos lo que indica que el deslastre de carga se realizará antes de una sobrecarga en el sistema de Subtransmisión.

4. Conclusiones

Haciendo referencia al Estándar IEC 61850-8-1, se habilita la posibilidad de que un cliente MMS (Manufacturing Message Specification), como el Gateway cMT-CTRL01, acceda verticalmente a la información y obtenga los tags de los IEDs, lo que elimina la necesidad de cableado físico de señales.

Se pudo comprobar que al descargar los datos de los IEDs que cumplen con la edición 1 del estándar IEC 61850, algunos nodos lógicos no son visibles en comparación con la edición 2.

Weintek ofrece una amplia gama de equipos para la automatización industrial, especialmente para IIoT (Internet Industrial de las Cosas). El software EasyBuilder ha introducido numerosas innovaciones que simplifican la programación y amplían las aplicaciones en equipos de todas las series de Weintek.

Gracias a la presencia de dos puertos Ethernet en los equipos, se puede acceder a la red LAN a través del puerto Ethernet 1 para monitorear los IEDs, y mediante el puerto Ethernet 2, se puede conectar a la red WAN para comunicarse con dispositivos instalados en otras subestaciones.

El protocolo MQTT de publicación-suscripción facilitó la compartición de datos entre equipos debido a su ligereza y su configuración relativamente sencilla. Esto permitió la visualización en tiempo real de los datos en los HMI (cMT-3090) y en el esquemático general diseñado en el dispositivo cMT-FHD para observar los datos compartidos y el funcionamiento del sistema configurado en diversas ventanas.

Las pruebas se realizaron simulando los valores analógicos y digitales en el software Codesys para que actúen de acuerdo a la contingencia y las salidas binarias funcionen como corresponde, asegurando así que el sistema responda al cambio de las variables programadas.

Referencias

Acevedo-Cardozo, F. A., Calderón-Soto, L. C., González-Castillo, J. C., & Vargas-Torres, H. R. (2019). Comunicación de sistemas eléctricos basados en la Norma IEC 61850: Desarrollo de caso usando sampled values en servicios Cliente-Servidor. *Revista UIS Ingenierías*, *18*(2), 221–236.

Buetas Sanjuan, E. (2021). *MQTT-SCACAUTH: Esquema de seguridad para el protocolo MQTT y su uso en el entorno del IIoT* (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia]. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=302700

Carreño-Pérez, J. C., Morales-Rivera, J. P., Rivas-Trujillo, E., Carreño-Pérez, J. C., Morales-Rivera, J. P., & Rivas-Trujillo, E. (2019). Redundancia en Redes de Comunicación para la Automatización y Protección de Sistemas de Potencia Eléctrica con IEC 61850. *Información tecnológica*, *30*(1), 75–86. https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000100075

Castillo Badillo, B. B. (2022). *SISTEMA DE DETECCIÓN PREDICTIVA DE FALLAS DE UN MOTOR DE BAJA TENSIÓN MEDIANTE PROTOCOLO MQTT Y APLICACIÓN IOT*. [MasterThesis, Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Israel]. http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/3317

Herrera, R., & Herrera, L. (2016). Sistemas de Comunicaciones y Redes de Datos en Smart Grids, una Revisión al Estado del Arte. *Revista Técnica "energía"*, *12*(1), Article 1. https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v12.n1.2016.56

Vargas-Torres, H. R., Acevedo-Cardozo, F. A., Calderón-Soto, L. C., & González-Castillo, J. C. (2019). Comunicación de sistemas eléctricos basados en la Norma IEC 61850: Desarrollo de caso usando sampled values en servicios Cliente-Servidor. *Revista UIS Ingenierías*, *18*(2), Article 2. https://doi.org/10.18273/revuin.v18n2-2019021

Zambrano Valverde, T. P. (2019). *Uso del protocolo MQTT basado en la norma IEC 61499 para la integración de un robot Kuka Youbot hacia la nube*. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13353

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 05/09/2023
Aceitação/Acceptance: 30/11/2023

Uso de Analytics e Redes Neurais Perceptron para investigação das relações entre insumos agrícolas e produtividade

Rafael Francisco Czornik Sales[1], Rafael Liberato Roberto[1], Flávia Aparecida Reitz Cardoso[1*]

rafaelczorniksales@gmail.com; liberato@utfpr.edu.br; *reitz@utfpr.edu.br

[1] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Mestrado Profissional em Inovações Tecnológicas, Campo Mourão, 87301-899, Paraná, Brasil

[2] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Bacharelado em Ciência da Computação, Campo Mourão, 87301-899, Paraná, Brasil

Pages: 486-499

Resumo: O avanço tecnológico nas áreas de sensores, GPS, drones e adubação de precisão está impulsionando a agricultura de precisão, que utiliza algoritmos sofisticados e inteligência artificial para otimizar a eficiência agrícola e gerar grandes volumes de dados, conhecidos como Big Data. Estes dados contêm informações valiosas que podem ser usadas para embasar decisões mais eficientes e eficazes no agronegócio. A gestão eficiente de propriedades rurais é desafiadora devido a várias variáveis, o que dificulta a tomada de decisões eficazes. No entanto, a tecnologia adequada, como o uso do Perceptron e do Analytics, pode superar estas limitações e fornecer uma visão mais abrangente para a tomada de decisões agrícolas. A aplicação destas ferramentas na gestão de propriedades rurais oferece uma abordagem completa, permitindo decisões mais acertivas e contribuindo para uma gestão eficiente e competitiva no setor agropecuário. Face ao exposto, este artigo apresenta um processo de preparação de dados, essencial para garantir a qualidade e a eficácia da análise que contribui para o sucesso contínuo do agronegócio.

Palavras-chave: Analytics; Perceptron; agronegócio.

Use of Analytics and Perceptron Neural Networks to investigate the relationships between agricultural inputs and productivity

Abstract: Technological advancement in the areas of sensors, GPS, drones, and precision fertilization is driving precision agriculture, which uses sophisticated algorithms and artificial intelligence to optimize agricultural efficiency and generate large volumes of data, known as Big Data. This data contains valuable information that can be used to support more efficient and effective decisions in agribusiness. Efficient management of rural properties is challenging due to several variables, which make effective decision-making difficult. However, appropriate technology, such as the use of Perceptron and Analytics, can overcome these limitations and provide a more comprehensive view for agricultural decision-

making. The application of these tools in the management of rural properties offers a complete approach, allowing for more accurate decisions and contributing to efficient and competitive management in the agricultural sector. In view of the above, this article presents a data preparation process, essential to guarantee the quality and effectiveness of the analysis that contributes to the continued success of agribusiness.

Keywords: Analytics; Perceptron; agribusiness.

1. Introdução

O avanço tecnológico em áreas como sensores, GPS, drones e adubação de precisão tem impulsionado a agricultura de precisão. Esta abordagem utiliza ferramentas e serviços que envolvem o uso de algoritmos sofisticados e inteligência artificial para melhorar a eficiência e eficácia das atividades agrícolas. Como resultado deste progresso, grandes volumes de dados, conhecidos como Big Data, estão sendo gerados no contexto agrícola. De acordo com Wolfert (2017), estes imensos conjuntos de dados contêm informações valiosas que registram a história das operações agrícolas. E que podem ser organizados de forma estruturada e analisados para obter *insights* e embasar tomadas de decisões mais eficientes e eficazes no agronegócio.

A gestão eficiente de propriedades rurais requer a consideração de diversos fatores, como condições climáticas, características do solo, disponibilidade de recursos, demandas do mercado e objetivos específicos do produtor. No entanto, a avaliação precisa e a mensuração podem ser complexas e exigem o uso de tecnologias adequadas. De acordo com Lampert (2014), as capacidades humanas são limitadas, o que pode dificultar a tomada de decisões eficazes devido a valores pessoais e conhecimentos limitados. Este desafio também se aplica à gestão de propriedades rurais, onde há uma infinidade de variáveis e possibilidades de ações que exigem uma avaliação precisa.

Ao utilizar tecnologia adequada, os gestores de propriedades rurais podem superar as limitações humanas e obter uma visão mais abrangente e embasada para a tomada de decisões. Com informações mais precisas e atualizadas, é possível identificar oportunidades de melhoria, planejar estratégias eficazes e otimizar a alocação de recursos. Segundo Mayer e Werlang (2016), as pessoas estão se tornando geradoras de dados. Os autores ainda destacam o termo *data driven* e apontam que um dos principais desafios enfrentados pelos gestores modernos é tomar decisões baseadas em dados cada vez mais abundantes. Realidade esta também aplicada aos gestores agrícolas. E complementam destacando que os produtores rurais não devem se limitar apenas a serem geradores de informações, mas devem utilizar as fontes de dados geradas para aprimorar o processo de tomada de decisão (Mayer; Werlang, 2016).

Os gestores agrícolas podem otimizar a produtividade, reduzir custos, melhorar a eficiência e tomar decisões mais embasadas. Podem ainda identificar áreas de melhoria, implementar práticas mais sustentáveis, ajustar o manejo agrícola com base nas condições específicas de cada área da propriedade, prever demandas de mercado e antecipar problemas potenciais (Santos, 2016).

A utilização do Perceptron e do Analytics na gestão de propriedades rurais pode trazer benefícios significativos ao setor agropecuário, fornecendo *insights* valiosos

para a tomada de decisões estratégicas. Como um modelo de neurônio artificial, pode ser aplicado na análise de dados coletados nas propriedades rurais, auxiliando na classificação de informações relevantes. Por exemplo, é possível utilizar o Perceptron para identificar padrões em dados relacionados à produtividade, qualidade dos cultivos, manejo de rebanhos e outras variáveis importantes na gestão agrícola. Por outro lado, o Analytics desempenha um papel crucial na análise dos dados coletados, permitindo uma visão abrangente e aprofundada das informações. Com o uso de técnicas estatísticas e de mineração de dados, o Analytics pode identificar correlações, tendências sazonais, fatores de risco e oportunidades de melhoria.

A combinação do Perceptron com o Analytics proporciona uma abordagem mais completa e precisa na gestão de propriedades rurais. O Perceptron permite a análise e classificação automatizada dos dados, enquanto o Analytics fornece *insights* aprofundados e interpretações significativas dos dados. Ao adotar ambas tecnologias, os gestores rurais podem tomar decisões mais acertivas, com base em análises objetivas e precisas. Isto contribui para uma gestão mais eficiente, a otimização dos recursos disponíveis e o aumento da competitividade no setor agropecuário.

2. Metodologia

Para que o Analytics e o Perceptron contribuissem para investigação das relações entre insumos agrícolas e produtividade, relacionou-se 12 etapas como metodologia do estudo.

1. Definição do problema: Identificou-se o objetivo da investigação, que era prever a produtividade com base nos insumos agrícolas ou entender quais insumos tinham o maior impacto na produtividade.
2. Coleta de dados: Foram coletados conjuntos de dados contendo informações sobre os insumos agrícolas (tipo, quantidade, frequência de aplicação) e dados de produtividade (rendimento da colheita de soja) ao longo das safras 2021, 2022 e 2023.
3. Pré-processamento de dados: Após a seleção dos dados foi necessário realizar o pré-processamento, que consiste na limpeza e transformação dos dados em um formato adequado para ser utilizado ao longo do processo de análise.

Esta etapa envolve a execução de três tarefas principais (Fayyad, 1996).

A primeira tarefa é a formatação dos dados. Muitas vezes, os dados não estão no formato necessário para aplicar algoritmos de Machine Learning. Eles podem estar em um formato específico ou proprietário, e é preciso convertê-los para um formato compatível com as ferramentas de análise disponíveis. Isto pode envolver a padronização de tipos de dados, conversão de unidades ou qualquer outra modificação necessária.

A segunda tarefa é a limpeza dos dados. Nesta etapa, são removidos dados duplicados, ajustados dados faltantes (missing) e eliminados caracteres especiais ou outras irregularidades presentes nos dados. A lida com dados incompletos é um dos desafios mais comuns nesta fase, pois as decisões tomadas afetarão diretamente os resultados finais da análise. E importante definir ainda como lidar com dados sensíveis ou sigilosos, garantindo o cumprimento das leis e regulamentos de proteção de dados.

A terceira tarefa é a amostragem dos dados. Trabalhar com o conjunto completo de dados pode ser demorado e desnecessário em alguns casos. A estatística oferece técnicas de amostragem que permitem testar as primeiras versões dos modelos preditivos antes de aplicá-los ao conjunto completo de dados. Esta abordagem permitiu uma análise preliminar mais ágil e eficiente, ajudando a avaliar a viabilidade e o desempenho dos modelos antes de aplicá-los em escala.

O pré-processamento dos dados é uma etapa crítica para garantir a qualidade e a eficácia da análise. Ao formatar, limpar e amostrar os dados adequadamente, obtém-se um conjunto de dados preparado para a próxima etapa do processo de análise, na qual algoritmos e técnicas podem ser aplicados para extrair insights valiosos e tomar decisões embasadas.

4. Divisão dos dados: Os dados foram separados em conjuntos de treinamento, validação e teste. O conjunto de treinamento foi usado para treinar o modelo, o conjunto de validação para ajustar hiperparâmetros e o conjunto de teste para avaliar o desempenho final.
5. Construção da rede neural Perceptron: Uma rede neural Perceptron adequada para o problema foi projetada. O Perceptron é um modelo básico de neurônio artificial que desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da área de aprendizado de máquina. Seu conceito de aprendizado supervisionado e sua capacidade de classificação são fundamentais para o desenvolvimento de algoritmos mais complexos. Embora tenha suas limitações, o perceptron pavimentou o caminho para avanços significativos na área de inteligência artificial e continua sendo uma peça-chave no arsenal de ferramentas dos cientistas de dados e pesquisadores em aprendizado de máquina (Medeiros, 2018).

Desenvolvido por Frank Rosenblatt em 1957, o Perceptron é um tipo de neurônio artificial que busca replicar o funcionamento dos neurônios biológicos no cérebro humano. Ele é capaz de receber um conjunto de entradas e produzir uma saída binária com base em um processo de aprendizado sendo "um modelo de aprendizado supervisionado que possui a capacidade de aprender a classificar objetos com base em exemplos previamente rotulados" (Mitchell, 1997). Ele Também pode ser utilizado em tarefas de classificação, como reconhecimento de padrões e separação de classes distintas.

O funcionamento desta rede neural é baseado em pesos atribuídos a cada entrada e em uma função de ativação. Os pesos são ajustados durante o processo de aprendizado, de modo que seja capaz de generalizar e classificar corretamente novos exemplos. Por meio do ajuste iterativo dos pesos, o Perceptron pode aprender a separar linearmente objetos de diferentes classes (Haykin, 1994). No entanto, esta capacidade de aprender fronteiras de decisão lineares é uma das limitações do perceptron.

"A contribuição do Perceptron foi fundamental para o avanço da área de aprendizado de máquina, fornecendo os alicerces para a construção de modelos mais poderosos e sofisticados" (Bishop, 2006, p. 56). Sua simplicidade e capacidade de aprendizado o tornam uma ferramenta valiosa em diversas aplicações, desde reconhecimento de padrões até sistemas de recomendação.

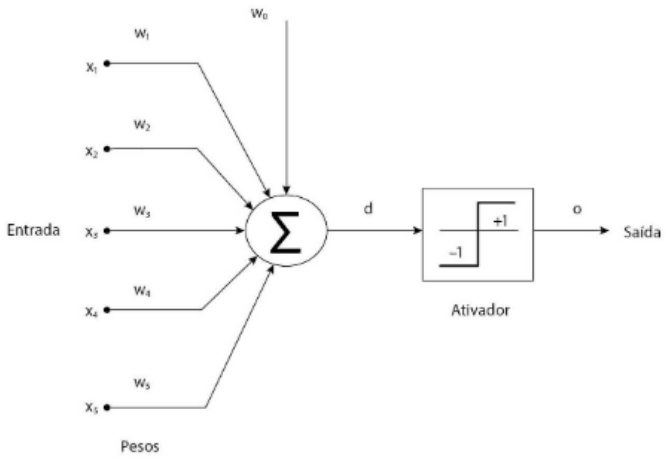


Figura 1 – Modelo de dados de entrada e saída
Fonte: Medeiros, 2018

No contexto do Perceptron, existem três conceitos importantes relacionados a erros: o erro por amostra, o erro global e os deltas.

O erro por amostra, também conhecido como erro individual ou erro local, é a diferença entre a saída prevista pelo Perceptron e o valor real esperado para uma única amostra de dados. Em outras palavras, é o erro cometido pelo modelo em uma única instância de treinamento. O objetivo do treinamento é minimizar esse o erro para que a saída prevista se aproxime ao máximo do valor real desejado (Equação 1).

$$e_i = (o_i - f_i)$$

O erro global, por sua vez, é a soma ou média dos erros por amostra em todo o conjunto de treinamento (Equação 2). Ele representa a medida geral do desempenho do modelo em relação a todas as amostras de treinamento. Minimizar o erro global é um objetivo comum durante o treinamento do Perceptron, pois indica a capacidade geral do modelo em aprender e se ajustar aos dados (Medeiros, 2018).

$$E = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} e_i^2$$

Os deltas, também chamados de gradientes ou ajustes de peso, são os valores que determinam como os pesos do Perceptron devem ser atualizados durante o treinamento para reduzir o erro (Equação 3). Cada conexão sináptica entre os neurônios do Perceptron tem um delta associado, que é calculado a partir da derivada da função de ativação e do erro em relação ao peso. Estses deltas são utilizados para atualizar os pesos do Perceptron, permitindo que o modelo se ajuste aos dados de treinamento (Medeiros, 2018).

$$\Delta_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta(o_i - f_i)x_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta\, e_i\, x_j$$

A aprendizagem será gradativa atualizando os pesos a cada alimentação da rede, calculando os deltas com a multiplicação do erro de cada amostra pela entrada referente ao delta (Equação 4)

$$w_j(n+1) = w_j(n) + \Delta_j(n)$$

O processo de atualização dos pesos do Perceptron é realizado usando o algoritmo de aprendizado conhecido como regra de aprendizado do Perceptron. Estsa regra, baseada nos deltas, ajusta os pesos proporcionalmente ao erro cometido pelo modelo. A ideia é aumentar ou diminuir os pesos para que a próxima saída prevista seja mais próxima do valor real esperado. No Quadro 1, tem-se a demonstração de um único passo do treinamento.

Taxa de Aprendizado		**0,01**	**Ativação**	**-1**	**1**					
Passo	1									
	w1	w2	w0							
1	1	1	-1							
Amostra	x1	x2	d1	f1	o1	Atual	Alvo	e1	delta1	delta2
1	4	3	6,00	1	1	A	A	-	-	-
2	1	1	1,00	1	-1	A	B	(2,00)	(0,02)	(0,02)
3	2	2	3,00	1	-1	A	B	(2,00)	(0,04)	(0,04)
4	2	3	4,00	1	1	A	A	-	-	-
5	5	3	7,00	1	1	A	A	-	-	-
6	3	2	4,00	1	-1	A	B	(2,00)	(0,06)	(0,04)
						Soma		(6,00)	(0,02)	(0,02)
						Soma Quad		12,00		

Quadro 1– Ciclo de treinamento Perceptron

Durante o processo de aprendizado de um perceptron, é comum utilizar uma taxa de aprendizado de 1% dos erros como base para atualizar os pesos da rede. Neste contexto, os pesos w1 e w2 têm um valor de 1, enquanto o peso w0 permanece inalterado para permitir um ajuste mais preciso durante o aprendizado.

Em seguida, tem-se as amostras representadas pelos valores x1 e x2, junto com d1, que representa a apresentação da amostra em relação aos pesos. O resultado obtido em d1 é comparado com um limite linear estabelecido, e dependendo do resultado, é aplicada

uma função de ativação representada por f1, que pode assumir valores de 1 ou -1 para avançar na rede.

As amostras foram classificadas de acordo com os alvos definidos e, no exemplo mencionado, todas as amostras foram classificadas como A. No entanto, quando uma amostra diverge do alvo, é gerado um erro representado por e1. O erro global é potencializado pelo cálculo dos erros ao quadrado, e a partir destses erros, são calculados os deltas, que são responsáveis por modificar os valores dos pesos.

Os ajustes nos pesos são essenciais para que a rede neural possa aprender e se adaptar aos dados apresentados, buscando minimizar os erros e melhorar o desempenho na classificação das amostras.

6. Treinamento do modelo: O conjunto de treinamento foi utilizado para treinar a rede neural Perceptron. Os pesos da rede neural foram ajustados de forma iterativa usando um algoritmo de otimização, como o gradiente descendente.
7. Avaliação do modelo: O desempenho do modelo foi avaliado usando o conjunto de validação. Métricas apropriadas, como erro médio quadrático (MSE) foram usadas para medir o quão bem o modelo se ajustava aos dados.
8. Ajuste de hiperparâmetros: Foram realizados ajustes nos hiperparâmetros da rede neural, como a taxa de aprendizado, o número de unidades na camada de saída e o número de épocas de treinamento, com base nos resultados da validação.
9. Teste do modelo: O modelo final foi avaliado usando o conjunto de teste para verificar sua capacidade de generalização.
10. Interpretação dos resultados: Foram analisados os pesos e as características mais importantes identificadas pela rede neural para entender as relações entre os insumos agrícolas e a produtividade.
11. Comunicação dos resultados: Os resultados da investigação foram comunicados de forma clara e as descobertas foram interpretadas em termos práticos para a agricultura.
12. Manutenção e melhoria: O desempenho do modelo foi monitorado ao longo do tempo e considerou-se aprimorá-lo com dados adicionais ou técnicas mais avançadas, como redes neurais profundas, se necessário.

3. Análise dos Resultados

Por meio da utilização de ferramentas e técnicas, o Analytics permite que a organização explore grandes volumes de dados de forma eficiente. O uso de algoritmos de Machine Learning e inteligência artificial possibilita a descoberta de padrões complexos e *insights* que vão além da capacidade humana. Segundo Devenport (2006, p. 34) o "Analytics é a descoberta, interpretação e comunicação de padrões significativos nos dados". Esta abordagem analítica utiliza técnicas estatísticas e matemáticas para revelar relações, tendências e correlações ocultas nos dados, permitindo compreensão melhor de desempenho, identificação de oportunidades de melhoria e antecipação de eventos futuros.

Ao investir em análises robustas, a empresa pode obter uma vantagem competitiva significativa, pois tem a capacidade de tomar decisões embasadas em dados e responder

de forma rápida e eficaz às mudanças do mercado e este método “está se tornando uma competência essencial para empresas orientadas por dados” (LaValle et al., 2011).

A primeira etapa é a definição clara do problema de negócio a ser resolvido. Importante compreender os objetivos e as necessidades da organização para direcionar a análise de forma eficaz.

O armazenamento eficiente dos dados e os passos de pré-processamento são fundamentais para o sucesso da análise. Isto envolveu a coleta, organização e limpeza dos dados, garantindo que estivessem em um formato adequado para análise.

Em seguida, é necessário selecionar as variáveis de resposta apropriadas e decidir quantas variáveis devem ser investigadas. Antes de aplicar modelos preditivos e métodos sofisticados, foi crucial visualizar e resumir os dados. A visualização ajudou a identificar padrões, tendências e relacionamentos entre as variáveis, enquanto o resumo dos dados envolveu estatísticas descritivas, como média, percentis, desvio padrão e correlação.

No contexto da análise de dados e ciência de dados, bibliotecas como NumPy, Pandas, Matplotlib e Seaborn desempenham papéis fundamentais no arsenal de ferramentas para análise de dados em Python. O NumPy oferece estruturas eficientes para manipulação numérica, enquanto o Pandas simplifica a manipulação de dados tabulares, fornecendo o DataFrame. Matplotlib possibilita a criação de visualizações detalhadas e personalizadas, enquanto Seaborn, construído sobre Matplotlib, facilita a geração de gráficos estatísticos atraentes. Para uma analise prévia se faz necessário a importação dessas bibliotecas.

```
# Importando as bibliotecas necessárias
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

%matplotlib inline
```

```
# Pré-visualização dos dados
df = pd.read_csv('data/base.csv', sep=';')
df.head(10)
```

	Cd Produtor	Marca Comercial	Fornecedor	Cd Produto	Produto	Grupo	MAC	Cd Prodr Agrup	Fornecimento	Ano	Produtividade
0	441623934	GASTOXIN B-57	CASA BERNARDO	131915175	GASTOXIN B-57 ENV.3 PAST.(9G)	INSETICIDAS	392554608	392554608	37,94	2020	1952823
1	441623934	CYPTRIN 250 CE	SUMITOMO	224650902	CYPTRIN 250 CE - LT	INSETICIDAS	392554608	392554608	60,38	2023	2166254
2	769235994	CYPTRIN 250 CE	SUMITOMO	224650902	CYPTRIN 250 CE - LT	INSETICIDAS	392554608	392554608	61,25	2023	123906
3	532843623	U46 PRIME	SUMITOMO	292518744	U 46 PRIME GL/5LTS	HERBICIDAS	392554608	392554608	95	2020	257096
4	592966440	U46 PRIME	SUMITOMO	292518744	U 46 PRIME GL/5LTS	HERBICIDAS	392554608	392554608	95	2020	961264

Os dados muitas vezes desorganizados e incompletos, necessitam de uma formatação consistente para garantir a uniformidade e coerência necessárias para análises subsequentes. A padronização de formatos, a correção de erros e a imputação de dados ausentes são etapas vitais neste processo.

```
# Passo 2: Pré-processamento
colunas_a_excluir = ['Cd Produtor', 'MAC', 'Cd Prodr Agrup']
df = df.drop(colunas_a_excluir, axis=1)
```

```
# Formatando as colunas como texto ou valores numéricos
colunas_texto = ['Marca Comercial', 'Fornecedor', 'Cd Produto', 'Produto', 'Grupo', 'Ano']
colunas_numericas = ['Fornecimento', 'Produtividade']

df[colunas_texto] = df[colunas_texto].astype(str)
df[colunas_numericas] = df[colunas_numericas].astype(float)
```

A análise estatística é fundamental no campo de Analytics, focando na contagem de valores únicos em cada coluna de um conjunto de dados.

A linha que contem contagem_valores_unicos = df.nunique() utiliza o método nunique() da biblioteca Pandas para calcular a quantidade de valores únicos em cada coluna do DataFrame (df). O resultado é armazenado na variável contagem_valores_unicos.

```
contagem_valores_unicos = df.nunique()
print("\nContagem de Valores Únicos por Coluna:")
print(contagem_valores_unicos)
```

Os dados apresentados são de niveis amostrais.

```
Contagem de Valores Únicos por Coluna:
Cd Produtor          13
Marca Comercial     202
Fornecedor           31
Cd Produto          407
Produto             346
Grupo                10
Fornecimento       1603
Ano                   4
Produtividade        44
dtype: int64
```

O código em questão realiza uma análise de correlação entre as categorias do atributo ‘Grupo’ e as colunas numéricas ‘Fornecimento’ e ‘Produtividade’. Utilizando um loop para iterar sobre cada categoria única do atributo ‘Grupo’, calcula-se a correlação específica entre as mencionadas colunas. Os resultados são armazenados em um dicionário chamado correlacao_por_grupo. Em seguida, um DataFrame é construído a partir deste dicionário, exibindo a correlação simplificada para cada categoria do atributo ‘Grupo’ em relação à ‘Produtividade’. Esta abordagem segmentada proporciona uma compreensão mais detalhada das relações entre variáveis, contribuindo para *insights* mais específicos e direcionados, particularmente em análises de dados complexas neste contexto.

```
# Calculando a correlação entre cada categoria do atributo 'Grupo' e as colunas numéricas
correlacao_por_grupo = {}

for categoria_grupo in df['Grupo'].unique():
    correlacao_grupo = df_extended[df_extended['Grupo'] == categoria_grupo][['Fornecimento', 'Produtividade']].corr()
    correlacao_por_grupo[categoria_grupo] = correlacao_grupo.iloc[0, 1]

# Criando um DataFrame a partir do dicionário
df_correlacao_por_grupo = pd.DataFrame(list(correlacao_por_grupo.items()), columns=['Grupo', 'Correlacao'])

# Exibindo a correlação simplificada para cada categoria do atributo 'Grupo'
print("\nCorrelação simplificada para cada categoria do atributo 'Grupo' e 'Produtividade':")
print(df_correlacao_por_grupo)
```

Partindo para a preparação da implementação de redes neurais, o código em questão importa um conjunto de bibliotecas essenciais para a implementação e avaliação de redes neurais. O NumPy é empregado para manipulação eficiente de dados numéricos, enquanto o módulo Pickle facilita a persistência de modelos treinados. Matplotlib é utilizado para visualizações durante o treinamento. Scikit-learn contribui com funções para geração de conjuntos de dados, avaliação de precisão e pré-processamento.

Módulos personalizados adicionam funcionalidades específicas, incluindo a criação de gráficos e a geração de conjuntos de dados particulares. Esta escolha abrangente de bibliotecas destaca a importância da manipulação eficiente de dados, visualização clara e geração representativa de conjuntos de dados, fundamentais para experimentos rigorosos e avanço no entendimento e aplicação de redes neurais

```
import numpy as np
import _pickle as pkl
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.datasets import load_iris
from sklearn.datasets import make_blobs, make_circles, make_moons, make_classification
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler, OneHotEncoder
from utils import plot
from utils.samples_generator import make_spiral, make_square, make_cubic, make_exp, make_log10

%matplotlib inline
```

No contexto de redes neurais, tem-se as funções de ativação, cuja escolha depende do tipo de problema e da natureza dos dados, sendo sujeita a experimentação para otimização do desempenho da rede em tarefas específicas. No momento estas funções estão sendo avaliadas. O código apresenta diversas funções de ativação comumente utilizadas em redes neurais. Cada função desempenha um papel específico na modelagem das ativações em diferentes camadas da rede. A função linear mantém a identidade da entrada, sendo útil para problemas de regressão. A sigmoid comprime valores entre 0 e 1, sendo empregada em classificação binária. A tanh é similar à sigmoid, mas comprime para o intervalo entre -1 e 1, útil em camadas ocultas. A ReLU retorna zero para valores negativos e a própria entrada para positivos, sendo popular, mas suscetível ao “dying ReLU”. A leaky ReLU é uma variante que resolve este problema ao permitir um pequeno gradiente para valores negativos. A ELU é uma extensão da ReLU que suaviza valores negativos, evitando descontinuidades em zero.

```
def linear(x, derivative=False):
    return np.ones_like(x) if derivative else x

def sigmoid(x, derivative=False):
    if derivative:
        y = sigmoid(x)
        return y*(1 - y)
    return 1.0/(1.0 + np.exp(-x))

def tanh(x, derivative=False):
    if derivative:
        y = tanh(x)
        return 1 - y**2
    return (np.exp(x) - np.exp(-x))/(np.exp(x) + np.exp(-x))

def relu(x, derivative=False):
    if derivative:
        return np.where(x <= 0, 0, 1)
    return np.maximum(0, x)

def leaky_relu(x, derivative=False):
    alpha = 0.1
    if derivative:
        return np.where(x <= 0, alpha, 1)
    return np.where(x <= 0, alpha*x, x)

def elu(x, derivative=False):
    alpha = 1.0
    if derivative:
        y = elu(x)
        return np.where(x <= 0, y + alpha, 1)
    return np.where(x <= 0, alpha*(np.exp(x) - 1), x)
```

Na sequência há a função de ativação *softmax*. Esta função desempenha um papel crucial na modelagem da camada de saída em problemas de classificação com várias classes. A função *softmax* converte os valores de uma camada em uma distribuição de probabilidade, sendo especialmente útil em tarefas onde as classes são mutuamente exclusivas.

```
def softmax(x, y_oh=None, derivative=False):
    if derivative:
        y_pred = softmax(x)
        k = np.nonzero(y_pred * y_oh)
        pk = y_pred[k]
        y_pred[k] = pk * (1.0 - pk)
        return y_pred
    exp = np.exp(x)
    return exp / np.sum(exp, axis=1, keepdims=True)
```

As funções MAE (Erro Absoluto Médio) e MSE (Erro Quadrático Médio) são métricas de custo essenciais para avaliar e otimizar modelos de regressão. O MAE calcula a média das diferenças absolutas entre previsões e valores reais, enquanto o MSE calcula a média dos quadrados destas diferenças. Ambas as funções têm versões derivativas que são cruciais durante o treinamento do modelo, permitindo ajustes com base nas discrepâncias. A derivada do MAE penaliza linearmente as diferenças, enquanto a do MSE penaliza de forma quadrática. A escolha entre MAE e MSE depende das características específicas do problema, sendo o MAE mais robusto a valores extremos. Estas funções são fundamentais para minimizar a discrepância entre previsões e valores reais, garantindo previsões precisas e generalizáveis em modelos de regressão.

Para implementar o código em uma rede neural simples podeOse trabalhar com duas classes principais: Layer e NeuralNetwork. A classe Layer representa uma camada da rede, armazenando pesos, vieses e uma função de ativação. A classe NeuralNetwork é responsável pelo treinamento e predição da rede.

```
def mae (y, y_pred, derivative=False):
    if derivative:
        return np.where(y_pred > y, 1, -1) / y.shape [0]
    return np.mean(np.aba(y - y_pred))

def mse (y, t_pred, derivative=False):
    if derivative:
        return -(y, y_pred) / y.shape[0]
    return 0.5 * np.mean((y - y_pred)**2)
```

```
    def predict(self, x):
        return self.__feedforward(x)

    def __feedforward(self, x):
        self.layers[0].input = x
        for current_layer, next_layer in zip(self.layers, self.layers[1:] + [Layer(0, 0)]):
            y = np.dot (current_layer.input, current_layer.weights.T) + current_layer.biases
            current_layer._activ.inp = y
            current_layer._activ.out = next_layer.input = current_layer.activation(y)
        return self.layers[-1]._activ_out

    def __backprop(self, y, y_pred):
        last_delta = self.cost_func(y, y_pred, derivative=True)
        for layer in reversed (self.layers):
            dactivation = layer.activation(layer._activ_inp, derivative=True) * last_delta
            last_delta = np.dot(dactivation, layer.weights)
            layer._dweights = np.dot(dactivation.T, layer.input)
            layer._dbiases = 1.0 * dactivation.sum(axis=0, keepdins=True)


            for layer in reversed(self.layers):
                layer.weights = layer.weights - self.learning_rate * layer._dweights
                layer.biases = layers.biases - self.learning_rate * layer._dbiases
```

O treinamento ocorre por meio do método *fit*, que utiliza a função de custo Mean Squared Error (MSE) e o algoritmo de retropropagação para ajustar os pesos e vieses. Durante a propagação para frente, o método __feedforward calcula as ativações intermediárias. O método __backprop implementa a retropropagação, calculando gradientes e ajustando os parâmetros. Há algumas correções necessárias, como substituir *serf* por *self* na inicialização da classe Layer e corrigir erros tipográficos nas operações matriciais.

```
class Layer():
    def __init__(serf, input_dim, output_dim, activation = linear):
        self.input = None
        self.weights = np.random.randn(input_dim, output_dim)
        self.biases = np.random,randn(1, output_dim)
        self.activation = activation

        self._activ_inp, self._activ_out - None, None
        self._dweights, self._dbiases = None, None

class NeuralNetwork():
    def __init__(self, cost_func=mse, learning_rate=1e-3):
        self.layers = []
        self.cost_func = cost_func
        self.learning_rate = learning_rate

    def fit(self, x_train, y,train, epochs=100, verbose=10):
        for epoch in range(epochs + 1):
            y_pred = self.__feedforward(x_train)
            self.__backprop(y_train, y_pred)

            if epoch % verbose == 0:
                loss_train = self.cost_func(y_train, self.predict(x_train))
                print("epoch: {0:=4}/{1} loss_train: {2:.8f}".format(epoch, epochs, loss_train))
```

Os resultados obtidos até o momento representam uma análise em nível amostral, fornecendo uma visão inicial e específica do contexto em estudo. É crucial ressaltar que a generalização desses resultados para a população completa requer uma consideração cuidadosa, uma vez que as conclusões baseiam-se em uma amostra específica.

4. Conclusão

As mudanças tecnológicas estão redefinindo o comportamento humano em todas as áreas, e isso inclui a forma como a gestão é conduzida nas propriedades rurais. Com a sucessão familiar e a ascensão da Geração Z, que já nasceu na era digital, os gestores rurais estão se adaptando e adotando novas tecnologias para impulsionar seus negócios. Esta nova geração possui uma afinidade natural com a tecnologia e está trazendo uma mentalidade inovadora para o setor agrícola. Eles estão aproveitando as oportunidades proporcionadas pelo uso de dados, analytics e ferramentas digitais para otimizar processos, aumentar a eficiência, melhorar a produtividade e tomar decisões embasadas em informações precisas. A combinação entre o conhecimento tradicional do setor agrícola e a expertise tecnológica da Geração Z está impulsionando o crescimento sustentável e a modernização das propriedades rurais. Portanto, as mudanças tecnológicas estão abrindo novas perspectivas e trazendo um futuro promissor para a gestão rural, com a Geração Z liderando o caminho rumo à inovação e ao sucesso.

A utilização do Perceptron e do Analytics na gestão de propriedades rurais abre novas oportunidades e benefícios para o setor agropecuário. Estas são tecnologias que oferecem insights valiosos que podem impulsionar a tomada de decisões estratégicas, melhorar a eficiência operacional e aumentar a produtividade. Ao analisar grandes volumes de dados e identificar padrões, tendências e correlações, é possível otimizar processos, reduzir custos, melhorar a qualidade dos produtos e maximizar os resultados financeiros. A aplicação destas ferramentas avançadas permite aos gestores rurais ter uma visão mais precisa e abrangente de suas operações, capacitando-os a tomar decisões informadas e embasadas em dados sólidos. Desta forma, o uso do Perceptron e do Analytics representa uma vantagem competitiva para o setor agropecuário, impulsionando a inovação, a sustentabilidade e o crescimento a longo prazo.

Referências

Begoli E.; Horey J. (2012). *Design principles for effective knowledge discovery from big data*. In Proc. 2012 Joint WICSA/ECSA Conference. Tennessee, USA: IEEE.

Davenport, T. H. (2013) *Big data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities*. EUA: Harvard Business Press.

Fayyad, U.; Piatetsky S. G.; Smyth, P. (1996). The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM*, 39(11), 27-35.

Feldens, M. A.; Moraes, R. L.; Pavan, A.; Castilho, J. M. V. (1998). *Towards a methodology for the discovery of useful knowledge combining data mining, data warehousing and visualization*. In XXIV CLEI (Conferência Latino-Americana de Informática). Quito, Equador: Centro Latino Americano de Estudos de Informática.

Santos, J. L. *Intensificação sustentável: um novo modelo tecnológico na agricultura*. (2016). Disponível em: https://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/Periodicos/Cultivar_3.pdf. Acesso em: 5 de set. 2023.

Medeiros, L. F. (2018). *Inteligência artificial aplicada: uma abordagem introdutória*. 1.ed. São Paulo: InterSaberes.

Ward, J. S.; Chapman, C. (2019). *Transforming business with analytics: Insights and applications*. Hoboken, NJ: Wiley.

Wolfert, S. (2017). *Big Data in Smart Farming - a review*. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16303754. Acesso em 16 jan. 2023.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/09/2023
Aceitação/Acceptance: 25/11/2023

El impacto de la gamificación en la habilidad de escucha del idioma inglés en estudiantes de Educación Primaria

Kevin Mario Laura-De la Cruz[1], Diana Melissa Quevedo-Porras[2], María Soledad Porras-Roque[3], Jehovanni Fabricio Velarde-Molina[4], Josue Uziel Pérez-Moreno[5], Darwin Roy Quispe-López[6], Miriam Estefani Condori-Chacolli[7]

kevinmario.laura@epnewman.edu.pe; dianaquevedo96@gmail.com; mporrasr@unjbg.edu.pe; jehovannifabricio.velarde@epnewman.edu.pe; juperezm@unjbg.edu.pe; dquispel@unjbg.edu.pe; miriam.englishteacher20@gmail.com

[1,4,5] Escuela de Posgrado Newman

[2] Universidad Privada de Tacna

[3,6,7] Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Pages: 500-514

Resumen: El propósito de la investigación se centra en evaluar cómo la gamificación afecta la incorporación de herramientas tecnológicas en la habilidad auditiva en inglés de estudiantes de nivel primario en la región de Tacna, Perú. Este estudio tiene una naturaleza aplicada y emplea un diseño preexperimental con un solo grupo. Se llevó a cabo una evaluación de competencias en inglés con una alta confiabilidad de 0,88 y se seleccionó una muestra de 50 estudiantes de nivel primario utilizando un muestreo no probabilístico. La recopilación de información se realizó a través de un pre y post test, y los resultados indicaron un impacto positivo en el aprendizaje. Entre las diversas herramientas utilizadas, Canva demostró ser la más efectiva, con un 65,4% de éxito. Además, se confirmó la hipótesis general del estudio con un p-valor de 0,000000122. En resumen, la utilización de recursos gamificadores tiene un efecto positivo en la habilidad auditiva en inglés de estudiantes de Educación primaria.

Palabras-clave: gamificación, habilidad de escucha, inglés, estudiantes de nivel primario.

The impact of gamification on English language listening skills in Primary School students

Abstract: The research aims to assess how gamification influences the integration of technological tools in the English listening skills of primary school students in Tacna, Peru. This study follows an applied nature and utilizes a pre-experimental design with a single group. An English competency assessment was conducted with a high reliability of 0.88, and a sample of 50 primary school students was selected

using non-probabilistic sampling. Data collection was done through pre and post-tests, and the results indicated a positive impact on learning. Among the various tools used, Canva proved to be the most effective, with a success rate of 65.4%. Furthermore, the general hypothesis of the study was confirmed with a p-value of 0.000000122. In conclusion, the utilization of gamification resources yields a beneficial impact on the English listening proficiency of primary school pupils.

Keywords: gamification, listening skills, English, primary school students.

1. Introducción

Siguiendo la perspectiva de Kapp (2015), la gamificación implica aplicar conceptos y elementos de juegos en diversos contextos. La aplicación de mecánicas de juego de esta manera potencia la motivación y la adquisición de conocimientos tanto en contextos educativos estructurados como en entornos más flexibles. En resumen, la gamificación implica tomar elementos y características propias de los juegos e incorporarlas en tareas que no están inherentemente vinculadas directamente al juego.

En este contexto, según el autor, la gamificación implica la convergencia de dos elementos clave: el pensamiento y las mecánicas de juego, con la finalidad de solucionar problemas (Hebert, 2018). En paralelo, Zichermann (2015) la considera como una técnica que dinamiza y vuelve más atractivas las actividades, facilitando su realización. En consecuencia, se puede deducir que la gamificación funciona eficazmente como una teoría y una táctica de enseñanza al comprometer, motivar y captar la atención de las personas a través de la incorporación de elementos lúdicos y características típicas de los videojuegos, liberándolas de tareas aburridas y repetitivas.

Según Flores (2015), en la educación contemporánea, aprender un segundo idioma se ha convertido en una competencia fundamental para los estudiantes en el siglo XXI. Para fomentar la fluidez en esta área, se han incorporado nuevos enfoques pedagógicos que son aplicables tanto a hablantes nativos como a inmigrantes. La gamificación, aunque es una estrategia pedagógica relativamente novedosa, ha demostrado su éxito en el ámbito empresarial. Según Hunter (2018), la gamificación trasciende la mera incorporación de componentes de juegos y estrategias de diseño de juegos en entornos no vinculados al entretenimiento. También desempeña un papel importante en la capacitación y motivación de los estudiantes, promoviendo un enfoque de aprendizaje y un ambiente relajado. Es esencial tener en cuenta ciertos aspectos al diseñar un sistema de gamificación que conduzca a alcanzar los objetivos deseados.

Los docentes actualmente emplean enfoques que se centran principalmente en el desarrollo de habilidades orales y escritas. Estas estrategias se implementan mediante un proceso educativo que incorpora la utilización de recursos interactivos tanto en el entorno escolar como en el domicilio. A pesar de que las tareas forman parte del proceso de aprendizaje, los estudiantes suelen sentirse abrumados y desmotivados, lo que lleva a que rechacen realizar las actividades. Esta falta de motivación puede atribuirse a diversos factores. A pesar de que las actividades no siempre constituyen una evaluación directa de los avances, es esencial resaltar que resulta fundamental que los estudiantes completen ejercicios para consolidar sus conocimientos.

Por lo tanto, las instituciones educativas disponen de experimentados docentes en la enseñanza del inglés, pero estos en ocasiones recurren a métodos y enfoques que resultan insuficientes para mantener la atención de los estudiantes. Esto es particularmente relevante en un contexto global de confinamiento, donde la nueva forma de educación se convertirá en parte integral de la futura formación académica de los alumnos. En este sentido, el papel del docente es crucial, y es necesario que empleen métodos más adecuados que contribuyan al aprendizaje de idiomas, transformando así el proceso en una experiencia memorable.

Se aprecian las contribuciones actuales del Ministerio de Educación (Minedu), que se enfoca en fortalecer la competencia comunicativa de los estudiantes, promoviendo la interacción para compartir ideas, conocimientos y experiencias. Además, se reconoce que los medios utilizados desempeñan un papel fundamental en la promoción de una relación positiva entre docentes y estudiantes, al tiempo que aumentan la motivación. Además, se resalta la relevancia de la capacitación de los profesores de inglés para elevar su competencia en la enseñanza del idioma, aplicando métodos efectivos.

Esta investigación se centró en explorar cómo la gamificación se puede integrar de manera más efectiva en la enseñanza del inglés, lo que condujo a mejoras en enfoques comunicativos y la aplicación efectiva de los instrumentos digitales durante el proceso educativo, especialmente en relación con las habilidades de escucha (*listening*) recomendadas por el Ministerio de Educación (Minedu).

Es relevante destacar que, en pleno siglo XXI y con este enfoque educativo, los estudiantes poseen un nivel de comprensión que les permite desarrollar un pensamiento crítico y fomentar una actitud innovadora y creativa. Por tanto, los docentes no deberían verse limitarnos a los métodos convencionales que suelen ser empleados por las instituciones educativas. Lo más crucial es que, si nuestra institución ademas de ofrecer una enseñanza en idiomas como una asignatura más, a su vez, aplica este enfoque al idioma nativo, es ahí donde la innovación del cuerpo docente debe manifestarse.

Por lo tanto, el propósito de este estudio es identificar cómo la incorporación de la gamificación afecta la integración de herramientas tecnológicas en la competencia auditiva del idioma inglés en alumnos de educación primaria.

2. Materiales y métodos

En cuanto a la naturaleza de la investigación, esta presenta un enfoque cuantitativo, esto implica la observación del fenómeno educativo y la medición del nivel de adaptación de las herramientas tecnológicas en la habilidad auditiva en inglés. En este sentido, se clasifica como investigación aplicada y se emplea un diseño pre experimental de un solo grupo con mediciones antes y después de la intervención (Hernández et al., 2014).

2.1. Población y muestra

La muestra consistió en 50 estudiantes de educación primaria que asisten a una escuela privada en la ciudad de Tacna, lo que equivale al 100% de la población. Se utilizó un método de muestreo no probabilístico.

2.2. Técnicas para el análisis de datos

Técnica

En este estudio, se empleó el enfoque de la evaluación por escrito, y los datos se recopilaron de forma individual, llevada a cabo antes y después de la prueba de entrada y salida.

Instrumentos

Se aplicó un Lista de cotejo para selección

- Kahoot
- Quizizz
- Powerpoint
- Powntoon
- Genialliy
- Canva

Asimismo, se aplicó un examen de conocimientos de inglés.

Variable 1: Kahoot

- Dimensión 1: Kahoot
- Dimensión 2: Quizizz
- Dimensión 3: PowerPoint
- Dimensión 4: Powtoon
- Dimensión 5: Genially
- Dimensión 6: Canva

Variable 2: Habilidad de lectura en inglés.

- Dimensión 1: Información general
- Dimensión 2: Información específica
- Dimensión 3: Reflexiona y evalúa la forma, el contenido y el contexto del texto escrito

2.3. Escala de medición

Escala de Likert se consideraron las categorías: Logro alcanzado, en proceso, desaprobado.

2.4. Confiabilidad

Se procedió a evaluar la confiabilidad del instrumento de medición mediante el cálculo del coeficiente de Kuder Richardson 2.0, el cual arrojó un valor de 0,88. Este resultado refleja que el instrumento utilizado goza de una confiabilidad significativamente alta.

3. Resultados

Herramienta tecnológica	Información general		Información específica	
Kahoot	Nouns		Dibuja según lo que escuchas	
	N	%	N	%
Logro alcanzado	0	0,0	0	0,0
En proceso	9	28,1	9	28,1
Desaprobado	23	71,9	23	71,9
Quizziz	Present simple rules		Dictado present simple rules	
Logro alcanzado	0	0,0	0	0,0
En proceso	4	12,5	4	12,5
Desaprobado	28	87,5	28	87,5
PowerPoint	Present simple		Completa la historia present simple	
Logro alcanzado	0	0,0	0	0,0
En proceso	13	40,6	13	40,6
Desaprobado	19	59,4	19	59,4
Genially	Simple past verbs		Dictado de verbos en simple past	
Logro alcanzado	0	0,0	0	0,0
En proceso	6	18,8	6	18,8
Desaprobado	26	81,3	26	81,3
Canva	Simple past		Completa a historia simple past	
Logro alcanzado	1	3,1	1	3,1
En proceso	8	25,0	8	25,0
Desaprobado	23	71,9	23	71,9
Powtoon	Adjectives		Dibuja según lo que escuchas adjectives	
Logro alcanzado	0	0,0	0	0,0
En proceso	17	53,1	17	53,1
Desaprobado	15	46,9	15	46,9

Tabla 1 – Análisis descriptivo del nivel de aprendizaje de la habilidad de escucha en inglés en la prueba de entrada

La tabla 1 muestra el grado de conocimiento de los alumnos previo a llevarse a cabo la prueba de entrada. En cuanto a la información general, es importante resaltar la categoría "desaprobados" (> 59%) fue prevalente en los temas de Nouns, Present Simple Rules, Present Simple y Simple Past Verbs, para los cuales se utilizaron las herramientas Kahoot, Quizziz, PowerPoint y Genially, respectivamente. También se observó que en el tema del Simple Past, hubo un único estudiante que logró el nivel de "logro alcanzado" cuando empleó la herramienta Canva. Por otro lado, en cuanto a la

información específica, se encontró que la mayoría de los estudiantes (71%) obtuvieron resultados "desaprobados", y el 87,5% de ellos mostraron desempeño insuficiente en los diferentes temas tratados. Además, se notó que en la utilización de Powtoon, el 53,1% de los estudiantes estaban en la fase de aprendizaje en curso.

Herramienta tecnológica	**Información general**		**Información específica**	
Kahoot	**Nouns**		**Dibuja según lo que escuchas**	
	N	**%**	**N**	**%**
Logro alcanzado	6	18,8	6	18,8
En proceso	22	68,8	22	68,8
Desaprobado	4	12,5	4	12,5
Quizziz	Present simple rules		Dictado present simple rules	
Logro alcanzado	7	21,9	7	21,9
En proceso	25	78,1	25	78,1
Desaprobado	0	0,0	0	0,0
PowerPoint	Present simple		Completa la historia present simple	
Logro alcanzado	8	25,0	8	25,0
En proceso	24	75,0	24	75,0
Desaprobado	0	0,0	0	0,0
Genially	Simple past verbs		Dictado de verbos en simple past	
Logro alcanzado	12	37,5	12	37,5
En proceso	20	62,5	20	62,5
Desaprobado	0	0,0	0	0,0
Canva	Simple Past		Completa a historia simple past	
Logro Alcanzado	21	65,4	21	65,4
En proceso	11	34,4	11	34,4
Desaprobado	0	0,0	0	0,0
Powtoon	Adjectives		Dibuja según lo que escuchas adjectives	
Logro Alcanzado	15	46,9	15	46,9
En proceso	17	53,1	17	53,1
Desaprobado	0	0,0	0	0,0

Tabla 2 – Análisis descriptivo del nivel de aprendizaje de la habilidad de escucha en inglés en la prueba de salida

La tabla 2 presenta el grado de dominio de la competencia auditiva en inglés después de la intervención. En cuanto a la información general, se destaca que el 65,4% de los estudiantes lograron un logro alcanzado utilizando la herramienta Canva, y el 78,1% se encontraba en proceso en la adquisición en el tema de Present Simple Rules, en el cual se utilizó Quizziz. Sin embargo, a pesar de esto, un 12,5% de alumnos no obtuvieron un desempeño satisfactorio en el tema de Nouns, donde se empleó Kahoot.

En cuanto a la información específica, predominó la categoría de "logro alcanzado" con un 65,4% de los estudiantes utilizando la herramienta Canva. En menor grado, ciertos alumnos alcanzaron esta clasificación empleando plataformas digitales como lo son Kahoot, Quiziz, PowerPoint, Genially y Powtoon. Es relevante señalar que un 12,5% de los alumnos obtuvieron el nivel desaprobado al tener que representar gráficamente lo que escuchaban.

Herramienta tecnológica	**Información general**				**Información específica**			
Kahoot	**Pretest**		**Postest**		**Pretest**		**Postest**	
	Nouns				**Dibuja según lo que escuchas**			
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Logro alcanzado	0	0,0	6	18,8	0	0,0	6	18,8
En proceso	9	28,1	22	68,8	9	28,1	22	68,8
Desaprobado	23	71,9	4	12,5	23	71,9	4	12,5
Quizziz	Present Simple Rules				Dictado present simple rules			
Logro alcanzado	0	0,0	7	21,9	0	0,0	7	21,9
En proceso	4	12,5	25	78,1	4	12,5	25	78,1
Desaprobado	28	87,5	0	0,0	28	87,5	0	0,0
PowerPoint	Present simple				Completa la historia present simple			
Logro alcanzado	0	0,0	8	25,0	0	0,0	8	25,0
En proceso	13	40,6	24	75,0	13	40,6	24	75,0
Desaprobado	19	59,4	0	0,0	19	59,4	0	0,0
Genially	Simple Past Verbs				Dictado de verbos en simple past			
Logro alcanzado	0	0,0	12	37,5	0	0,0	12	37,5
En proceso	6	18,8	20	62,5	6	18,8	20	62,5
Desaprobado	26	81,3	0	0,0	26	81,3	0	0,0
Canva	Simple Past				Completa a historia simple past			
Logro alcanzado	1	3,1	21	65,4	1	3,1	21	65,4
En proceso	8	25,0	11	34,4	8	25,0	11	34,4
Desaprobado	23	71,9	0	0,0	23	71,9	0	0,0
Powtoon	Adjectives				Dibuja según lo que escuchas adjectives			
Logro alcanzado	0	0,0	15	46,9	0	0,0	15	46,9
En proceso	17	53,1	17	53,1	17	53,1	17	53,1
Desaprobado	15	46,9	0	0,0	15	46,9	0	0,0

Tabla 3 – Análisis descriptivo del nivel de aprendizaje de la habilidad de escucha en inglés antes y después del examen de conocimientos en inglés.

La tabla 3 desglosa el grado de competencia en la capacidad de escuchar en inglés, discriminando entre la comprensión de información general y detalles específicos entre

los estudiantes de la Institución Educativa Privada de nivel primario. En cuanto a la información en términos generales, es importante señalar que la variación más notable se observó al utilizar la plataforma Canva, lo que resultó en un aumento del 3,1% al 65,4% de estudiantes que alcanzaron un logro alcanzado. En segundo lugar, Powtoon experimentó un incremento del 0,0% al 46,9% de estudiantes con logro alcanzado. Desde otra perspectiva, a pesar de que Kahoot no generó un impacto notable en el resultado académico alcanzado, posibilitó que los estudiantes previamente con calificaciones insatisfactorias adquirieran una destreza superior, lo que les facilitó avanzar en su proceso de aprendizaje.

En lo que respecta a la información específica, la herramienta Canva también logró mejorar las aptitudes de los alumnos previamente desaprobados, llevándolos a ser calificados como logro alcanzado o en proceso. Es importante mencionar que en todos los instrumentos empleadas se notaron variaciones entre las evaluaciones previas y posteriores, lo que condujo a una mejora en las destrezas de los estudiantes. Esto resultó en un avance desde la categoría de "desaprobado" hacia "aprendizaje en proceso" y, en ocasiones, incluso hasta "logro alcanzado".

4. Discusión

Se utilizarán los resultados de investigaciones previas como punto de referencia para realizar una comparación con los objetivos establecidos en este estudio. Este análisis se fundamenta en la evaluación previa y posterior a la introducción de la gamificación en la integración de dispositivos digitales para mejorar la habilidad auditiva en inglés en una institución educativa de nivel primario del sector privado.

Se puede afirmar que la herramienta Kahoot demostró ser altamente efectiva y bien recibida por los estudiantes. Se observó que la habilidad auditiva en inglés mejoró en un 71,9% en los estudiantes después de su uso. Esto respalda la idea de que la gamificación puede ser una táctica eficaz para mejorar la competencia auditiva en inglés.

Las técnicas para enseñar habilidades auditivas en inglés que involucran la aplicación de diversas plataformas virtuales, pueden ser utilizadas para motivar a los estudiantes en su aprendizaje del idioma inglés. Estos esfuerzos incluyen la dedicación de los estudiantes, su disposición para aprender, su motivación, sus actitudes y el nivel de satisfacción por sus clases de inglés. Gran parte de los estudiantes mostró una respuesta favorable ante este enfoque, lo cual concuerda con investigaciones previas como la llevada a cabo por Setyono (2015), que indican que las actividades de dictado en vivo pueden tener un impacto positivo en la habilidad auditiva de los alumnos en términos de comprensión literal e inferencial. Esto se refleja en el aumento de las puntuaciones de los estudiantes en la comprensión auditiva.

Pardo (2016) también encontró mejoras en la capacidad de escucha de los estudiantes al aplicar la técnica de narración de cuentos. La puntuación de los estudiantes en las evaluaciones de *listening* demostró un incremento en la comprensión de relato y la búsqueda de detalles específicos.

Enseñar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de escucha representa uno de los desafíos más significativos para los profesores de idiomas extranjeros. Por esta razón,

la instrucción de la habilidad de escucha se convierte en un componente esencial de la labor educativa en su totalidad. La introducción del juego como una estrategia en las clases de comprensión oral ha aportado un valioso beneficio al proceso de adquisición del idioma inglés (Laura et al., 2021). Esta estrategia, que ha generado un enfoque centrado en el estudiante durante las lecciones de la habilidad de escucha, ha cultivado en los estudiantes una mayor conciencia sobre los procesos involucrados en su aprendizaje, integrándolos de manera más efectiva y activa en el proceso educativo. Siguiendo a Vandergrift (2010), el uso de técnicas de escucha puede facilitar la comprensión de materiales auténticos desde las etapas iniciales del aprendizaje de un idioma, lo que incrementa la pertinencia e interés en el proceso para los estudiantes, respaldando la eficacia de la gamificación en el desarrollo de la comprensión auditiva.

La implementación de la gamificación como estrategia en la habilidad de escucha generó un mayor interés por parte de los alumnos en la materia y los motivó a estudiar la comprensión auditiva. Como resultado, se observó una mejoría en el rendimiento de los estudiantes en esta habilidad. Las puntuaciones obtenidas y los exámenes de comprensión auditiva realizados muestran un aumento progresivo en los logros de los estudiantes. Por tanto, las calificaciones y los puntajes en las evaluaciones obtenidas en los diversos instrumentos digitales indican un aumento gradual en el rendimiento de los estudiantes (Laura-De La Cruz et al., 2022).

Los resultados obtenidos por los estudiantes en las puntuaciones de la audición, así como en la primera y segunda prueba, confirman esta afirmación. Las puntuaciones alcanzadas por los estudiantes en cada evaluación reflejaron una mejora gradual en su comprensión auditiva. Esto señala que la implementación de la estrategia de juego tuvo un impacto positivo en esta habilidad. En resumen, el juego contribuyó de forma progresiva tanto al desempeño de la habilidad de escucha de los estudiantes como a su involucramiento en su proceso educativo. De este modo, los juegos pueden ser utilizados en el entorno escolar como una estrategia efectiva para impartir diversas destrezas del idioma inglés (Laura-De La Cruz et al., 2022).

Según Hong (2015), la gamificación conduce a una experiencia de entretenimiento más eficaz y estimula el deseo de aprender por parte de los estudiantes. El uso de la gamificación como enfoque educativo implica la resolución de problemas, estimula la creatividad y promueve el pensamiento lógico, entre otros aspectos. Se ha comprobado que al implementar la gamificación en la enseñanza en la actualidad, se logra motivar a los alumnos y aumenta su compromiso de manera generalizada. Los componentes típicos de los juegos, como ganar medallas y recompensas al superar desafíos, han demostrado ser extremadamente estimulantes e influyen positivamente en el nivel de participación de los alumnos, su motivación interna y su disposición hacia su aprendizaje en el contexto escolar (Laura et al., 2021; Laura-De La Cruz et al., 2022; Laura-De La Cruz et al., 2022).

Por otra parte, la enseñanza de las competencias auditivas en inglés mediante el enfoque de gamificación contribuye a mejorar la competencia de los estudiantes en lo que respecta a los tiempos verbales. En este método de enseñanza, los profesores emplean materiales de manera más persuasiva y desafiante, lo que implica que los alumnos escuchan, visualizan y realizan actividades proporcionados por los docentes. Además, mediante el uso de la tecnología de vanguardia, los estudiantes tienen acceso a recursos

en línea, mientras que los docentes también pueden proporcionar contenidos en línea. La gamificación en la enseñanza hace uso de la tecnología, lo que habilita a los docentes para realizar actividades desde sus hogares y supervisar el proceso de educación virtual.

Considerando los aspectos positivos y superando los obstáculos asociados con la incorporación de la tecnología en la mejora de las habilidades en inglés, se puede afirmar que la aplicación de la gamificación centrada en la comprensión auditiva en inglés conlleva a mejoras para los estudiantes, quienes desempeñan un papel esencial en el proceso de instrucción (Laura-De La Cruz et al., 2023).

Es importante considerar el rol significativo que cumple el profesor en el proceso educativo, pasando de ser un líder a un facilitador que establece reglas y desafíos que fomentan la motivación de los estudiantes. Algunas instituciones educativas pueden no estar completamente familiarizadas con estos nuevos desafíos educativos que implica la gamificación. La gamificación se encuentra en constante aumento en la vida cotidiana y su uso está creciendo en el ámbito de la investigación. Como se señala en investigaciones previas, la gamificación del aprendizaje puede tener un impacto positivo en la predisposición de los alumnos, lo que enfatiza la importancia de considerar los aspectos pedagógicos necesarios para implementar esta estrategia (Saggah, 2018). En consecuencia, este estudio fue concebido con el propósito de resaltar la dedicación tanto de los estudiantes como de los docentes, reconociendo la importancia de un enfoque pedagógico de gamificación que vaya más allá del conocimiento teórico y promueva una colaboración efectiva entre todos los participantes involucrados en el sistema de enseñanza institucional.

5. Conclusiones

La investigación ha demostrado consistentemente que la gamificación en el aprendizaje del inglés, cuando se emplea de manera adecuada y se integra con principios pedagógicos sólidos, puede mejorar significativamente la capacidad de los estudiantes para comprender textos orales en este idioma. La gamificación fomenta la participación activa, el compromiso continuo y la motivación intrínseca de los estudiantes, lo que, a su vez, se traduce en un mejor desarrollo de la habilidad de escucha.

La influencia del uso de diversas herramientas de gamificación en el aprendizaje de la habilidad de escucha del idioma inglés se revela como un área de investigación de gran relevancia en la educación contemporánea, en este entorno digital. A través de un profundo análisis de la literatura científica disponible hasta la fecha, se puede concluir que la aplicación de estrategias de gamificación en el contexto del aprendizaje auditivo del inglés ha demostrado ser altamente efectiva y prometedora.

Las tecnologías emergentes, como la realidad virtual y aumentada, han ampliado aún más las posibilidades de la gamificación en el aprendizaje de la escucha del inglés, permitiendo experiencias inmersivas que replican situaciones del mundo real y ofrecen un entorno de aprendizaje más auténtico y efectivo.

No obstante, es importante destacar que el éxito de la gamificación en el aprendizaje del inglés no depende únicamente de la adopción de herramientas tecnológicas, sino también de la atención cuidadosa a la planificación curricular, el diseño de juegos

pedagógicos sólidos y la adaptación a las necesidades específicas de los estudiantes. Además, se requiere una supervisión constante y evaluación de la efectividad de las estrategias de gamificación para garantizar que se logren los objetivos de aprendizaje deseados.

En resumen, la influencia del uso de diversas herramientas de gamificación en el aprendizaje de la habilidad de escucha del idioma inglés representa un área de investigación prometedora y respaldada por evidencia científica sólida. La gamificación ofrece un enfoque innovador y eficaz para mejorar el dominio del inglés auditivo, lo que tiene implicaciones significativas para la educación y el desarrollo de habilidades de comunicación en un mundo cada vez más globalizado y digital.

La inclusión de la gamificación en el aprendizaje del inglés promueve la autonomía en el proceso de adquisición del idioma extranjero. Esto se logra a través de herramientas gamificadas que hacen que los estudiantes se sientan cómodos y motivados para aprender, al mismo tiempo que reciben retroalimentación adecuada tanto del docente como de las aplicaciones utilizadas.

Se respalda la hipótesis alterna entre los estudiantes de nivel primario, ya que, después de la implementación de la gamificación, los puntajes de competencia en la habilidad auditiva en inglés en las dimensiones de información general y específica son similares (valor sig. = 0,004 < 0,05).

Los resultados indican que la incorporación de herramientas de gamificación impactan positivamente en el desarrollo de la competencia auditiva en inglés, tanto en la obtención como en la inferencia de información de textos orales. En resumen, se evidencia la eficacia de diversas herramientas, con especial énfasis en una de ellas al concluir la experiencia. Se recomienda a los docentes de inglés en el nivel primario que consideren estos resultados en la evaluación formativa de la enseñanza de idiomas.

Referencias

Arnold. (2015). *Gamification in education*. ASBBS Proceedings.

Barcroft, J. (2015). *Lexical Input Processing and Vocabulary learning*. International Journal of English studies.

Birchemall, L. B. (2014). La Teoría Lingüística de Noam Chomsky: del incio a la actualidad. *Lenguaje*, 417-422.

Campos, M. (6 de agosto de 2022). *Principles of Language Learning and Teaching*. Obtenido de English Post: https://englishpost.org/language-learning-and-teaching-principles/

Chance, P. (2017). *Aprendizaje y comportamiento*. Colombia: El manual moderno.

Chou, Y. -K. (2015). *Actionable Gamification*. USA: Octalysis Media. Obtenido de Gamification in Education: Play to learn: https://www.reading-rewards.com/blog/gamification-in-education-play-to-learn/

Clarke, S. (2018). Gamification in Education. En A. Santos, *Instructional strategies to game- based learning* (págs. 472-781). USA: Mehdi Khosrow - Pour.

Comercio, C. d. (s.f.). *Cámara de Comercio*. Recuperado el 03 de noviembre de 2018, de https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r789_2/informeeconomico%20789.pdf

Convention protection rights all migrant worker. (s.f.). *Cultural Sruvival*. Recuperado el 2018 de noviembre de 11, de https://www.culturalsurvival.org/publications/cultural-survival-quarterly/convention-protection-rights-all-migrant-workers-and-their

Dale, S. (17 de julio de 2015). *Linkedin*. Obtenido de Gamification: Making work fun or making fun of work?: https://www.linkedin.com/pulse/gamification-making-work-fun-stephen-dale/

Evans, E. (2018). *The secret language of Anatomy*. Kindle Edition.

Figueroa, J. F. (2015). Using Gamification to Enhance Second Language Learning. *Digital Education*, 32-54.

Flores, J. F. (2015). Using Gamification to Enhance second language learning. *Digital education*, 32-54.

Gass, S. (2020). *Second Language Acquisition*. New York: Routledge.

Gavin Clarke, J. K. (octubre de 2019). *Proquest*. doi:DOI:10.34190/GBL.19.103

Gené, O. B. (2022). *Introducción a la Gamificación o ludificación en educación*. Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos.

Giang. (2018). *Gamification Techniques increase your employees*.

Glover, I. (2015). *Plas as you learn: gamification as a technique for motivating learners*. AACE.

Golubeva, D. (20 de junio de 2018). *Gamifying training with Kahoot!* Obtenido de Kahoot: https://kahoot.com/blog/2018/06/20/gamification-tips-training-kahoot-businesses/

Hanock, M. (2020). *TeacTeaching Pronunciation*. Scott Thornbury.

Hebert, S. (28 de enero de 2018). *Google tech Talks*. Obtenido de The Power of gamification in Education : https://www.youtube.com/watch?v=mOssYTimQwM

Herbert, F. (13 de julio de 2020). *Northwest*. Obtenido de Different Language Teaching Methods: 2020

Hong, H. Y. (2015). *"Design thinking and 21st century skills"*. Springer.

Huang, W. H.-Y. (2016). *A practitioner's guide to Gamification of education*. Canada: Rotman school of management.

Hudson, L. (2018). *Institute for arts integrations and steam*. Obtenido de Technoly Review: Quizizz: https://artsintegration.com/2018/09/01/technology-review-quizizz/

Hunter, K. W. (2018). *Gamification for Business*. Kogan Page.

Kapp, K. (2015). *The gamification of learning and instruction: Game- based Methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.

Laura, K., Morales, K., Clavitea, M., & Aza, P. (2021). Aplicación Quizizz y comprensión de textos en inglés con el contenido de la plataforma educativa "Aprendo en Casa". *Revista Innova Educación*, 3(1), 151-159. HYPERLINK "https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.007" https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.007

Laura, K., Noa, S.., Lujano, Y., Alburqueque, M., Medina, G., & Pilicita, H. (2021). Una nueva perspectiva desde la enseñanza de inglés. El aprendizaje invisible y sus aportes en la adquisición de una lengua extranjera. *Revista Innova Educación*, 3(3), 140-148. HYPERLINK "https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.009" https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.009

Laura-De La Cruz, K. M. L., Gebera, O. W. T., & Copaja, S. J. N.. (2022). Application of Gamification in Higher Education in the Teaching of English as a Foreign Language. *In Advances in Intelligent Decision Technologies* (pp. 323–341). Advances in Intelligent Decision Technologies. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5063-5_27

Laura De La Cruz, K. M., & Tolentino Cotrina, M. P. (2022). Quizizz en el aprendizaje del inglés en estudiantes de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, 2021. *Puriq*, 4, e298. HYPERLINK "https://doi.org/10.37073/puriq.4.298" https://doi.org/10.37073/puriq.4.298

Laura-De La Cruz, K. M., Roque-Coronel, L.-M., Noa-Copaja, S. J., & Rejas-Junes, L. R.. (2022). Flipped Classroom Methodology in English Language Learning in Higher Education. *In Lecture Notes in Networks and Systems* (pp. 448–459). Lecture Notes in Networks and Systems. HYPERLINK "https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_37" https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_37

Laura-De La Cruz, K.M., Noa-Copaja, S.J., Pino-Nina, E., Bazán-Velásquez, S.M., Montesinos-Valencia, C.C. (2022). Gamification for Learning Aymara Vocabulary in Students from Peru. In: Rocha, A., Adeli, H., Dzemyda, G., Moreira, F. (eds) Information Systems and Technologies. WorldCIST 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 469. Springer, Cham. HYPERLINK "https://doi.org/10.1007/978-3-031-04819-7_44" https://doi.org/10.1007/978-3-031-04819-7_44

Laura-De La Cruz, K.M., Bazán-Velásquez, S.M., Montesinos-Valencia, C.C., Quispe-Vargas, M., Espinoza-Vidaurre, S.M. (2023). Efficacy of the Flipped Classroom Model on Students at Jorge Basadre Grohmann National University of Tacna in English Learning. In: Mesquita, A., Abreu, A., Carvalho, J.V., de Mello, C.H.P. (eds) *Perspectives and Trends in Education and Technology*. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 320. Springer, Singapore. HYPERLINK "https://doi.org/10.1007/978-981-19-6585-2_28" https://doi.org/10.1007/978-981-19-6585-2_28

Lei Shi, A. C. (2015). *Contextual Gamification of social Interaction- Towards Increasing Motivation in Social E- learning in Advances in Web Bases Learning ICWL*. Springer International Publishing.

Malone, S. (3 de marzo de 2015). *Theories and research of second language acquisition*. Obtenido de https://www.sil.org/sites/default/files/files/theories_and_research_of_second_language_acquisition.pdf

Maloney. (julio de 2019). *Tesol*. Obtenido de Gamification in English language teaching: https://hongkongtesol.com/blog/gamification-english-language-teaching-more-childs-play

Marczewski. (2020). *Serious Games and Games bades solution design*. Obtenido de Differentes between gamification, simulations, serious games and games: https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/

Michael Sailer, J. H. (2015). Psychological Perspectives on Motivation through Gamification. *International design and Architecture*, 28-37.

Ministerio de Educación. (2010). *Orientaciones para el Trabajo Pedagógico*. Lima: MED.

Ministerio de Educación. (2016). *Diseño Curricular Nacional de la Educación*. Lima: MED.

OHCR. (18 de diciembre de 1990). *Convención Internacional de los Migrantes*. Recuperado el 15 de enero de 2019, de Resolución 45/158: https://www.ohchr.org/sp/professionalinterest/pages/cmw.aspx

OIT. (16 de enero de 2019). *Migración Equitativa Programa de la OIT*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_243900.pdf

OIT. (s. f.). *Migración y latinos en Estados Unidos*. Recuperado el 08 de abril de 2019, de https://books.google.com.pe/books?id=YlbzqiMafeAC&lpg=PA7&ots=pjE1MilI-U&dq=migracion%20laboral%20unam&lr&hl=es&pg=PA113#v=onepage&q=migracion%20laboral%20unam&f=false

OIT. (s. f.). *Migrants Don't need more Rights*. Recuperado el 08 de abril de 2019, de https://www.nytimes.com/2013/12/19/opinion/migrants-dont-need-more-rights.html

Oxford. (2016). *Gamification and the future of education*. OXFORD ANALYTICA.

Pardo, S. (2016). Digital Storytelling. *Digital education Review*, 74-84.

Pelling, N. (29 de agosto de 2019). *Growth*. Obtenido de The history of gamification (from the very beginning to now): https://www.growthengineering.co.uk/history-of-gamification/

Perú, A. d. (s. f.). *Contratación de extranjero en el Perú*. Recuperado el 14 de enero de 2019, de https://www.infocapitalhumano.pe/recursos-humanos/alerta-legal/aspectos-de-la-contratacion-laboral-de-extranjeros-en-el-peru/

Rheaume, C. (9 de octubre de 2019). *Profweb*. Obtenido de Genially, a tool for creating infographics and animated presentations: https://www.profweb.ca/en/publications/digital-tools/genially-a-tool-for-creating-infographics-and-animated-presentations

Ripoll, O. (2015). *Gamificar vol dir fer jugar*. Obtenido de https://lab.cccb.org/ca/gamificar-vol-dir-fer-jugar/

Robbins, S. S. (7 de febrero de 2015). *EDUCAUSE*. Obtenido de This game sucks "How to improve the Gamification of Education: https://er.educause.edu/articles/2011/2/this-game-sucks-how-to-improve-the-gamification-of-education

Ryan, R. (18 de diciembre de 2017). *American Psychological Association*. Obtenido de Instrinsic Motivation and Selffeterminaction in Human Behavior oF Edward Deci: https://www.apa.org/members/content/intrinsic-motivation

Saggah. (2018). An investigaction of the role of the teacher. *Edulearn 18 Proceeding*.

Savignon, S. J. (2017). Communicative Competence. *The TESOL Encyclopedia*.

Setyono, B. (2015). Developing Listening Comprehension test for students of English education department. *Didaktika*. Obtenido de Didaktika: http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/DIDAKTIKA/article/view/1405

Simoes, J. (2016). *Science Direct*. Obtenido de A social gamification framework for a K-6 learning platform Computers in Human Behaviors: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563212001574

Turienzo, R. (2016). *El pequeño libro de la motivación*. Barcelona: Centro Libros PAPF.

Vandergrift, L. (2010). Teaching L2 learners how to listen does make a difference. *Language learning*, 470-497.

Werbach, K. (2016). *Coursera online education server*. Obtenido de Gamification: https://www.coursera.org/learn/gamification

Williamson, H. (2015). *Vocabulary*. SLT Info.

Yingfeng Zhang, C. Q. (2017). Agent and Cyber-Physical System Based Self-Organizing and. *International Journal on studies in education*, 737-747.

Yuan Pin Lin, C. H. (2020). Enhancing Listening Skills using games. *International Journal on studies in education* , 78-107.

Zhang, J. (2017). The influence of strategy video games and its background music on cognitive control. *Education Training Research and Development*, 67-83.

Zhihao, Z. (2022). The impact of gamification on the time - limites writing performance of English Mayor. *Hindawi*, 1-11.

Zichermann, G. (25 de febrero de 2015). *Google techtalks*. Obtenido de The future of creativity and Innovation is Gamification: https://www.youtube.com/watch?v=ZZvRw71Slew

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 01/07/2023
Aceitação/Acceptance: 09/10/2023

Aprimorando a Compreensão de Modelos de Processos Através da Abordagem em 3D: Uma Investigação com Profissionais e Acadêmicos

Diógenes Carvalho Matias[1], Lenylda Maria de Souza Albuquerque[2], Denis Silva da Silveira[2]

dcm@ecomp.poli.br; lenylda.albuquerque@ufpe.br; dsilveira@ufpe.br

[1] Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455, 50720-001, Recife-PE, Brasil

[2] Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, 50740-580, Recife-PE, Brasil

Pages: 515-528

Resumo: O uso da abordagem em 3D para melhorar a compreensão de modelos de processos durante o aprendizado foi investigado neste estudo com 48 participantes, incluindo profissionais e acadêmicos. Os participantes interagiram com modelos de processos em um ambiente 3D, revelando que essa abordagem pode de fato aprimorar a compreensão, resultando em experiências positivas. Esse estudo contribui para o campo da modelagem e aprendizado de processos de negócios em realidade virtual, explorando a eficácia do 3D e da interatividade dos *tokens* para melhorar a compreensão. No entanto, é importante notar que limitações relacionadas ao tamanho e às características da amostra podem afetar a generalização dos resultados, embora essas limitações sejam comuns em pesquisas e necessárias para validar as descobertas.

Palavras-chave: Modelo de Processo de Negócios, Compreensão, 3D, BPMN, *Quasi*-experimento.

Enhancing Process Model's Comprehension with a 3D Approach: A Study with Professionals and Academics

Abstract: The use of the 3D approach to enhance comprehension of process models was investigated in this study involving 48 participants, including professionals and academics. Participants interacted with process models in a 3D environment, revealing that this approach can indeed improve comprehension, resulting in positive experiences. This study contributes to the field of business process modeling and its learning process using virtual reality by exploring the effectiveness of 3D and token interactivity to enhance comprehension. However, it is important to note that limitations related to sample size and characteristics may affect the generalization of results, although common, such limitations are necessary to validate findings.

Keywords: Business Process Model, Model Understanding, 3D, BPMN, Quasi-experiment.

1. Introdução

Os modelos de processo costumam representar, em uma notação gráfica, as tarefas, eventos, estados e a lógica de controle que compõem um processo de negócios (Lopes et al. 2021). Dentro desse contexto, os processos são conjuntos de atividades e procedimentos coordenados, impulsionados por recursos, com o objetivo de atender aos objetivos específicos de determinados interessados (Kossak et al., 2014). Portanto, assim como outros modelos conceituais, os modelos de processo precisam, em primeiro lugar, ser intuitivos e de fácil compreensão, especialmente nas fases de projetos de sistemas de informação, que se concentram na documentação e na comunicação de requisitos (Dehnert & Aalst, 2004).

Atualmente, muitas organizações criam e mantêm centenas de modelos de processo, frequentemente envolvendo projetistas não especializados (Reijers & Mendling, 2011). No entanto, pesquisas anteriores (Hadar & Hadar, 2007) indicam que projetistas iniciantes, ou não especializados, geralmente têm dificuldade em praticar o pensamento abstrato. Eles tendem a enfrentar dificuldades para compreender completamente problemas complexos. Um fenômeno comum decorrente dessa dificuldade é a tendência desses projetistas de se sentirem sobrecarregados com as opções disponíveis e, por vezes, recorrerem a técnicas pouco exploradas (Lee et al., 2020).

Normalmente, a academia ensina a projetar processos de negócios por meio de teoria e conceitos, e, na prática, os estudantes, seja na área de computação ou administração, costumam especificar processos relativamente pequenos em um domínio bem definido, muitas vezes em um curto período de tempo (Albuquerque et al., 2022). Portanto, os estudantes podem enfrentar dificuldades significativas para compreender os detalhes desses modelos de processos.

Dado esse cenário, a adoção de técnicas não convencionais para melhorar a compreensão tem recebido atenção especial, mostrando como abordagens alternativas podem ter impactos positivos, especialmente no desenvolvimento e compreensão de modelos conceituais (Fernandes et al., 2017). Alguns desses métodos envolvem o uso de tecnologia, como a realidade virtual (RV), para estimular a compreensão. A RV cria uma interface entre o usuário e um modelo, proporcionando sensações e experiências que se assemelham à realidade, usando visualizações em três dimensões (3D) (Donalek et al., 2014). Portanto, faz sentido aplicar essas abordagens, incluindo as visualizações em 3D, ao contexto educacional, por exemplo, em uma disciplina de modelagem de processos. Isso é particularmente relevante, pois muitos estudantes, independentemente de serem da área de administração ou computação, enfrentam desafios ao tentar compreender completamente problemas complexos de forma abstrata.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é realizar um *quasi*-experimento para avaliar a eficácia do uso de um ambiente virtual em 3D para facilitar a compreensão de modelos de processos em BPMN durante o processo de aprendizado. Este objetivo se baseia na hipótese, ainda não testada, de que a visualização de um processo de negócio em 3D tem o potencial para melhorar a compreensão de todos os envolvidos. Em outras palavras, espera-se que a representação visual em 3D de um processo de negócio possa oferecer novas perspectivas e benefícios aos novos projetistas no que diz respeito à compreensão desses modelos.

Além desta introdução, a estrutura deste artigo se desdobra da seguinte forma: na Seção 2, serão apresentados os fundamentos teóricos, abordando a modelagem de processos e a realidade virtual. Em seguida, na Seção 3, será exposto o método de pesquisa, detalhando as etapas do *quasi*-experimento conduzido. A análise e as discussões decorrentes da operacionalização do *quasi*-experimento serão apresentadas na Seção 4. Na sequência, na Seção 5, serão exploradas as possíveis ameaças à validade deste estudo. Por fim, a Seção 6 encerra o artigo com as considerações finais.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Modelagem de Processos de Negócio

Para modelagem de processos, existem diversas linguagens disponíveis, cada uma com elementos distintos e, por vezes, pequenas diferenças em sua expressividade e semântica operacional. No entanto, independentemente da linguagem utilizada, todas seguem um esquema de fluxo de controle representado como um grafo direcionado, também conhecido como dígrafo. Esse grafo é composto por um conjunto de nós (*FlowNode*), que representam as atividades, eventos e *gateways*, e um conjunto de arestas (*SequenceFlow*), que conectam esses nós. Portanto, cada modelo de processo é uma composição de nós e arestas direcionadas, como ilustrado na Figura 1.

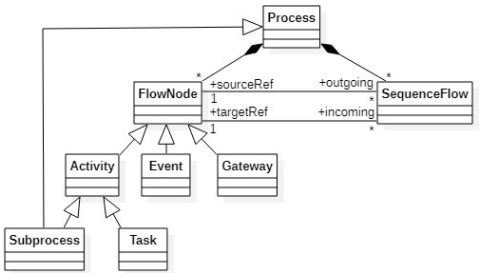


Figura 1 – Fragmento do metamodelo do BPMN (Adaptado de OMG-BPMN, 2014).

No que diz respeito às atividades, elas podem ser classificadas como atômicas ou complexas. Uma atividade atômica corresponde a uma tarefa que pode ser executada por um agente humano ou automatizada, e geralmente está associada a um serviço. Enquanto as atividades automatizadas são realizadas sem interação humana, as atividades manuais são disponibilizadas como tarefas para usuários autorizados (Kossak et al., 2014). Por outro lado, as atividades complexas se referem a subprocessos, ou seja, modelos de processo separados. Nesse contexto, um subgrafo pode representar um subprocesso conectado a um processo maior.

Neste estudo optou-se por abstrair as diferentes linguagens de modelagem de processos, concentrando-se exclusivamente na linguagem BPMN (*Business Process Model and Notation*) devido à sua ampla utilização tanto na academia quanto na prática (Duarte et al., 2023). A próxima seção apresenta com mais detalhes essa notação.

2.2. Realidade Virtual

Em 1938, o cineasta Antonin Artaud introduziu a ideia de RV em sua obra "*Theatre and its double*", proporcionando aos participantes uma experiência imersiva em um ambiente virtual tridimensional (Khan et al. 2011). No entanto, apenas no final dos anos 60, com a ascensão dos *desktops*, foi possível dar um incremento na imersão por meio do uso de capacete de RV. Mas, foi somente no final da década de 80 que o termo *realidade virtual*, como hoje é conhecido, foi consolidada (Tori et al., 2006).

Na década de 1990, à medida que o futuro se desenhava, o conceito de RV passou por uma notável evolução. Nesse período, já era possível proporcionar aos participantes uma experiência imersiva e interativa, gerada por computador, na qual eles podiam sentir-se verdadeiramente presentes em ambientes específicos (Biocca, 1992). Portanto, o referido termo ganhou uma maior amplitude, trazendo à tona sistemas computacionais, que oferecem uma imersão mais completa em ambientes virtuais para seus participantes (Brooks, 1999).

Neste contexto, sistemas computacionais devem ser capazes de proporcionar aos participantes uma experiência imersiva que simule de maneira realista ambientes e eventos do mundo real. Isso envolve: (*i*) ambientes virtuais, que também é conhecido como mundo virtual; (*ii*) imersão, que se refere à sensação de estar totalmente imerso ao contexto; (*iii*) *feedback*, que se relaciona à capacidade dos participantes de observarem os resultados de suas ações; (*iv*) interatividade, que deve permitir aos participantes interagirem; e (*v*) modificar o próprio ambiente; e participantes, também chamados de usuários, que são as pessoas que mergulham nos ambientes virtuais.

3. Método da Pesquisa

Esta pesquisa não teve controle total sobre a alocação dos participantes. Em vez disso, optou por formar um grupo de participantes com uma característica específica: o conhecimento prévio de processos, pelo menos com alguma noção da linguagem BPMN. Isso levou naturalmente à escolha do método de pesquisa, que se encaixou no conceito de um *quasi*-experimento, conforme definido por Wohlin *et al.* (2012).

Neste *quasi*-experimento, os participantes foram submetidos a tarefas de compreensão. O objetivo era avaliar se a apresentação de um modelo de processo em 3D, em um ambiente virtual, facilitaria ou não a compreensão, especialmente durante o processo de aprendizado. Em outras palavras, o experimento visava investigar se a utilização desse ambiente de realidade virtual em 3D tinha alguma influência na compreensão dos modelos de processos em BPMN, sob uma perspectiva cognitiva, quando comparado a um modelo de processos em 2D. A Figura 2 ilustra como esse *quasi*-experimento foi conduzido.

Assim, o escopo desta pesquisa foi verificar a eficácia do uso de um ambiente imersivo em 3D para melhorar a compreensão dos modelos de processos em BPMN durante o processo de aprendizado. Em particular, a intenção foi investigar se a adição de uma terceira dimensão teria algum impacto na compreensão desses modelos.

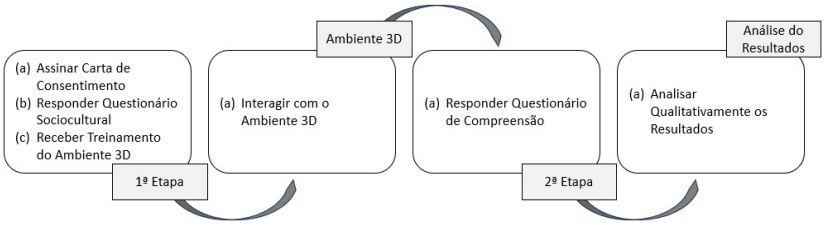


Figura 2 – Esquema da Pesquisa.

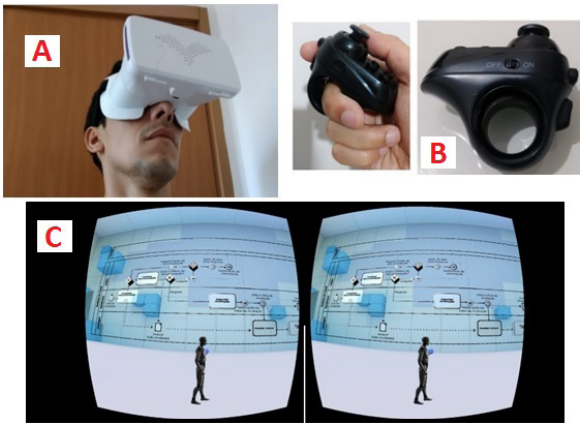


Figura 3 – Ferramentas usadas.

Dentro deste escopo, foi realizado um estudo envolvendo 48 participantes, em sua maioria recém-formados em administração ou computação. Eles utilizaram um óculos 3D no modelo *Google Cardbord* (Figure 3-A), juntamente com um mini *joystick* (Figure 3-B) no modelo R1 *Bluetooth* 4.0 e um *smartphone* com sistema operacional *Android* na versão 9. Foi por meio desse equipamento que foi apresentado o ambiente com o modelo de processos em 3D. A Figure 3-C oferece uma perspectiva do modelo; porém, o uso do óculos 3D proporciona a perfeita impressão de imersão.

3.1. Planejamento

O planejamento deste *quasi*-experimento envolveu a visualização de um modelo de processo em BPMN em um ambiente 3D adaptado de Mendoza *et al.* (2018). Esse modelo foi selecionado por ser processo viável no mundo real, semelhante ao que uma empresa que fornece serviços de avaliações de imóveis poderia executar.

O modelo apresentado descreve um cenário no qual o processo começa com o proprietário enviando uma solicitação de avaliação do imóvel. Após o registro da solicitação, que envolve o cadastramento simultâneo do imóvel e do proprietário pelo setor de atendimento, a documentação do imóvel é encaminhada ao setor jurídico para

verificação. Se a documentação estiver irregular, o proprietário recebe um prazo de 30 dias para corrigi-la fora do processo. Uma vez que a documentação esteja regularizada, a avaliação do imóvel é agendada e, na data marcada, a avaliação do imóvel é realizada pelo corretor conforme agendado, podendo essa ser para aluguel, venda ou ambos. A Figura 4 ilustra essa descrição de cenário representada em BPMN por meio de um modelo em 2D.

Em relação aos participantes, como mencionado anteriormente, a maioria deles era composta por recém-formados em administração ou computação. No entanto, é importante destacar que também havia um grupo de profissionais com experiência comprovada em modelagem de processos. Para participar, os participantes eram apresentados a uma carta de consentimento, e somente após a sua aceitação eram considerados selecionados para o estudo. Após a seleção, um questionário sociocultural era aplicado para obter informações mais detalhadas sobre os participantes. Nesse momento, também era apresentado a eles o modelo em 2D, como ilustrado na Figure 4, para relembrar ou até mesmo explicar o conceito de *tokens*.

Após a conclusão desse questionário inicial, os participantes eram então apresentados aos óculos 3D e ao *joystick* (Figura 3-A e B) para a realização da experimentação propriamente dita. Nesse cenário, com o auxílio do óculos 3D, os participantes podiam interagir com um *token* que navegava pelo modelo de processo em 3D em tempo real, seguindo as orientações do participante que o controlava por meio do *joystick*. Em outras palavras, todos os participantes tinham a capacidade de navegar no modelo em 3D, observando a interação do *token* enquanto ele se movia pelos artefatos BPMN. É importante ressaltar que, quando o *token* encontrava um *gateway* exclusivo, o participante tinha a opção de escolher o caminho a ser seguindo pelo *token*, dando-lhe controle total sobre a navegação na modelo em 3D apresentado.

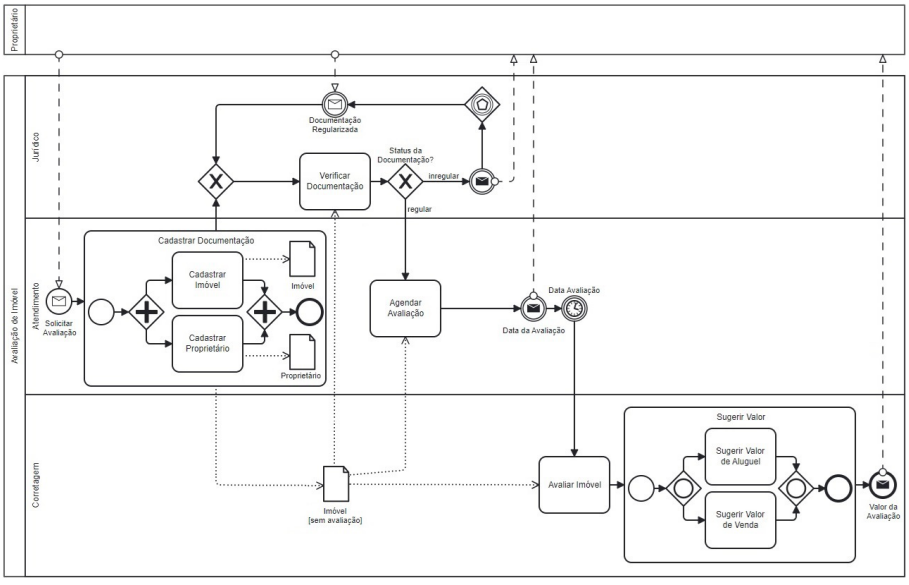


Figura 4 – Modelo de processo de *Avaliação de Imóvel*.

Após a conclusão da interação com o modelo de processo em 3D, um segundo questionário era aplicado para que os participantes pudessem descrever suas sensações e experiências ao interagir com o *token* em um modelo de processos em 3D.

Dando continuidade ao planejamento e seguindo as orientações de Wohlin *et al.* (2012), é importante destacar as hipóteses que servem como base para a análise da experimentação. Portanto, no planejamento, as hipóteses devem ser formuladas previamente para que possam ser posteriormente testadas com base nos resultados obtidos. Neste estudo, foram formuladas duas hipóteses:

- Hipótese nula (H_0), que sugere que a utilização de um ambiente 3D NÃO tem influência na compreensão dos modelos de processos em BPMN;
- Hipótese alternativa (H_1), que em contrapartida à hipótese nula, destaca que a utilização de um ambiente 3D tem influência na compreensão dos modelos de processos em BPMN.

4. Análise e Discussão

Além de apresentar os resultados obtidos, é fundamental realizar uma análise e discussão desses resultados. Essa discussão foi conduzida levando em consideração as respostas obtidas em cada um dos questionários, com o objetivo de avaliar a consistência dos dados e o impacto real da utilização de um ambiente 3D na facilitação da compreensão dos modelos de processos em BPMN durante, por exemplo, o processo de aprendizado.

4.1. Questionário Sociocultural (antes da experimentação)

Apesar do convite para participação do estudo ter alcançado um grupo de mais de 100 pessoas, somente 48 delas participaram efetivamente da experimentação. Os participantes foram divididos em dois grupos distintos: o grupo acadêmico e o grupo profissional. A distribuição desses grupos é apresentada na Figure 5.

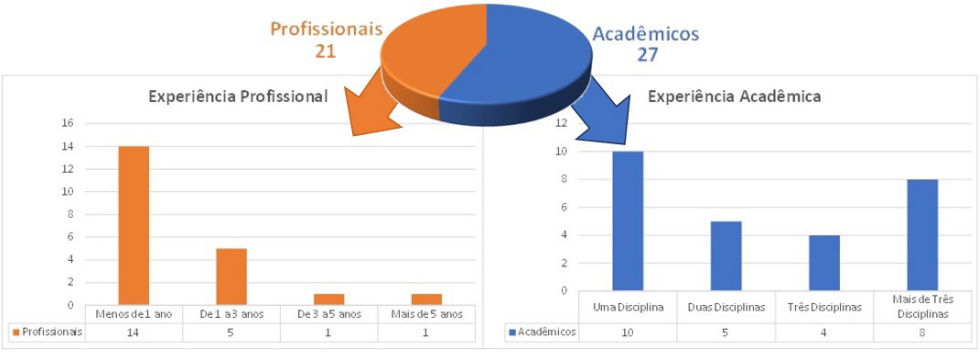


Figura 5 – Grupos participantes com as suas respectivas experiências.

Dentro do contexto desses dois grupos, foi feita uma tentativa de identificar a experiência em modelagem de processos. Para os profissionais, foi indagado sobre o

tempo de experiência em modelagem de processos, enquanto para os acadêmicos a quantidade, foi investigada a quantidade de disciplinas cursadas que demandavam a utilização de conceitos de modelagem de processos. A Figure 5 também exibe os gráficos com esses dados.

Quanto ao método de aprendizado dos participantes, na Figura 6, são apesentados dados reveladores. Verifica-se que a maior parcela dos participantes, ou seja, vinte e quatro deles, ensino tradicional. No entanto, é importante notar que, possivelmente devido ao período pandêmico desencadeado pela Covid-19, um número muito próximo, vinte e três participantes, experimentou uma modalidade de aprendizado híbrido. Além disso, uma análise mais profunda desses dados revelou que os profissionais com mais de cinco anos de experiência no mercado receberam sua formação predominantemente por meio do ensino tradicional.

Vale ressaltar que nenhum dos participantes tinha experiência prévia com o uso de óculos 3D, o que enfatiza a natureza inovadora desta abordagem no contexto do aprendizado de modelagem de processos.

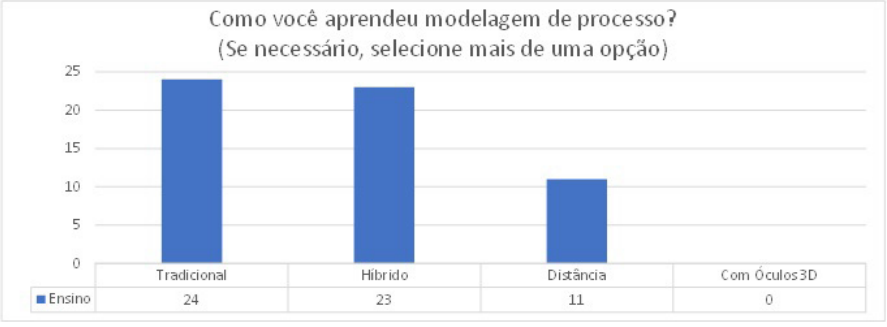


Figura 6 – Tipo de ensino em modelagem de processos.

Em relação ao nível de conhecimento em BPMN, dez participantes indicaram ter um conhecimento alto, sendo que sete desses eram profissionais com mais de um ano experiência no mercado. Por outro lado, os participantes que classificaram seu nível de conhecimento como baixo incluíam quinze como participantes acadêmicos e nove profissionais; no entanto, é importante notar que todos os profissionais que se enquadraram nessa categoria declararam ter menos de um ano de experiência. A Figura 7 ilustra esses dados.

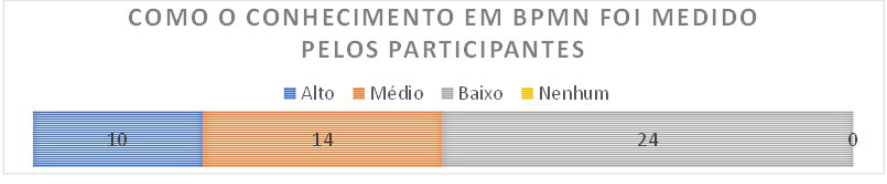


Figura 7 – Nível de conhecimento em BPMN.

Quanto ao uso dos óculos 3D, a maioria dos participantes, totalizando trinta e quatro, afirmou ter tido alguma experiência prévia com essa tecnologia. No entanto, como destacado na Figura 7, nenhum deles havia usado óculos 3D para aprender modelagem de processos anteriormente. É relevante observar que as experiências anteriores dos participantes com óculos 3D estavam relacionadas a jogos digitais e/ou audiovisual, como cinema, conforme relatado por eles.

Por outro lado, um número significativo de participantes (quatorze) teve o seu primeiro contato com óculos 3D durante este experimento. Nesse contexto, os pesquisadores forneceram um breve tutorial para garantir que esses participantes pudessem interagir de maneira mais eficaz com as ferramentas utilizadas.

4.2. Segundo Questionário (depois da experimentação)

Com o objetivo de avaliar se o ensino de modelagem de processos é mais eficaz quando utilizando um ambiente em 3D, foi questionado aos participantes se eles conseguiram identificar a execução do processo por meio dos *tokens* no ambiente proposto. Quarenta e seis participantes responderam positivamente a essa pergunta. No entanto, quando questionados sobre o seu conhecimento prévio acerca dos *tokens*, um elemento fundamental para acompanhar a execução de um processo (Allweyer, 2016), a maioria dos participantes, um total de trinta e três, admitiu não estar familiarizada com esse conceito. É evidente que esse conceito foi negligenciado durante o processo de aprendizado da maioria dos participantes. É importante destacar que, dentre esses trinta e três participantes que não estavam familiarizados com o conceito, oito deles são profissionais. Esse fato indica um sério problema na formação desses profissionais. Portanto, a implementação de um ambiente 3D, como proposto neste estudo, pode desempenhar em papel significativo na redução dessa lacuna de aprendizado.

Após os participantes observarem o *token* navegando pelo processo, fornecendo uma clara representação do fluxo do processo, a grande maioria deles (quarenta e sete, incluindo aqueles que já conheciam o conceito e aqueles que não conheciam) expressou o desejo de ter aprendido a modelagem de processos nesse ambiente. Isso sugere que, pelo menos para o grupo de participantes deste experimento, um ambiente 3D como o proposto é viável e pode de fato melhorar o processo de aprendizado. No entanto, é importante mencionar uma única participante que não expressou o desejo de aprender com o ambiente apresentado. Embora ela tenha gostado da interação com o ambiente 3D, ela não conseguiu visualizar o *token* navegando pelo processo, mesmo após várias tentativas. Isso pode estar relacionado ao seu diagnóstico de miopia e astigmatismo, embora o grau desses problemas não tenha sido informado. Portanto, dependendo do grau ou da natureza do problema ocular, o ambiente 3D pode não ser completamente adequado. É relevante destacar que, dos vinte e seis participantes que relataram ter algum tipo de problema ocular, apenas um deles não teve êxito na visualização do *token*.

Quando questionados sobre a facilidade de aprendizado no ambiente imersivo apresentado, todos os participantes, incluindo aquela que teve dificuldades em visualizar o *token*, concordaram unanimemente que o ambiente proposto facilitaria o seu aprendizado. No entanto, para identificar evidências adicionais, as respostas foram segmentadas com base na experiência dos participantes. Aqui estão algumas dessas respostas:

- Participante 36: "*Consegui visualizar todas as possibilidades que o processo pode percorrer*.";
- Participante 34: "*Acredito que tudo que leva o usuário a ter mais interatividade facilita o aprendizado*.";
- Participante 26: "*Esse ambiente confere maior dinamismo à interpretação do fluxo do processo, além de oferecer uma perspectiva mais ampla do processo*.";
- Participante 24: "*Adorei visualizar o token percorrendo o caminho. Isso possibilita uma melhor compreensão do passo a passo do modelo*.";
- Participante 23: "*Facilita o aprendizado, dá mais clareza no entendimento do processo*.".

Neste ponto, é importante notar que, com exceção do participante 23, que enfatizou a clareza do entendimento, todos os outros participantes com mais de 5 anos de experiências destacaram, com diferentes argumentos, a interação do *token* ao percorrer os caminhos existentes no processo. Em outras palavras, eles salientaram que o ambiente imersivo 3D realmente melhora a compreensão dos modelos de processos durante o aprendizado. Alinhando-se a essa observação, alguns dos participantes com 1 a 3 anos de experiência fizeram as seguintes declarações:

- Participante 41: "*Esse ambiente não deixa dúvidas no entendimento. Quando existe uma maior interação com o modelo, fica mais fácil o seu entendimento*.";
- Participante 45: "*É possível contextualizar o modelo de maneira espacial. Ter uma visão onde se possa navegar, ir e voltar, no fluxo facilita muito o entendimento de onde inicia e acaba um processo*.";
- Participante 30: "*Quando se tem um direcionamento mais claro, o aprendizado também é facilitado*."

Ficou evidente com esses participantes que o ambiente apresentado realmente facilita a compreensão dos modelos, como apontado pelo participante 30, dando uma visão espacial, destacado pelo participante 45, e não deixando dúvidas em relação ao entendimento, como frisado pelo participante 41. Essas percepções são corroboradas pelas observações de alguns dos participantes que possuem apenas com experiência acadêmica, como:

- Participante 1: "*Torna muito mais lúcido o entendimento do processo, bem como permite explorar as várias possibilidades e seus resultados*.";
- Participante 8: "*Trouxe muito mais clareza na compreensão do modelo*.";
- Participante 13: "*Esse ambiente pode diminuir as dúvidas do processo, além de ter uma maior dimensão do posicionamento, possibilitando melhorias no processo*.";
- Participante 44: "*Eu consegui ser guiado construindo um conhecimento de forma mais assertiva, sem desviar do objetivo do processo. Achei muito bom!*".

Continuando, a segunda questão analisada foi se os participantes, caso fossem gestores de uma empresa, utilizariam um ambiente como esse para fins profissionais. Mais uma vez, todos eles concordaram positivamente. Aqui estão alguns relatos de participantes com experiência profissional:

- Participante 4: "*Claro que eu usaria, porque melhora a visualização dos processos em todos os níveis*.";
- Participante 23: "*Eu usaria porque esse ambiente é mais interativo e facilita o conhecimento do processo. Eu acho que todos os funcionários vão se sentir mais motivados e engajado nesta etapa de modelagem*.";
- Participante 24: "*Eu usaria porque acredito que ajuda na compreensão do processo. Poder acompanhar as atividades, atores e possibilidades do processo desta forma é bem mais interessante do que somente apresentar num papel ou em uma tela de computador*.";
- Participante 26: "*Eu usaria porque torna viva a experiência com a interação no processo, permitindo que os diversos stakeholders associados ao processo contribuam com melhoria ao processo*.".
- Participante 45: "*Diminuiu muito a carga cognitiva para o entendimento de processos complexos, e de subprocessos mais contextualizados. Sem dúvidas que eu usaria!*";
- Participante 48: "*Essa ferramenta seria perfeita para combinar com uma outra que temos e tornar os processos da companhia mais presente e atrativos para os empregados*.";
- Participante 30: "*Acredito que o entendimento de todos na empresa seria mais eficiente*.".

O objetivo principal de um estudo de viabilidade tecnológica, como este, segundo Mafra *et al*. (2006), não é encontrar uma resposta definitiva, mas sim criar um corpo de conhecimento em torno de uma nova tecnologia. Dessa forma, é possível avaliar se essa tecnologia é viável; ou seja, se realmente atende aos objetivos inicias definidos, justificando assim a continuação da pesquisa. O resultado deste estudo foi positivo, demonstrando que o uso de um ambiente imersivo em 3D no ensino da disciplina de modelagem de processos atende ao seu objetivo primordial de facilitar a compreensão dos modelos de processos em BPMN, com todos os seus diversos elementos de modelagem.

4.3. Análise das Hipóteses

Para avaliar as hipóteses mencionadas anteriormente, foi necessário comparar e analisar os dados apresentados neste estudo. Dando destaque à hipótese alternativa (H_1), que investiga se a utilização de um ambiente 3D influencia a compreensão dos modelos de processos em BPMN, é possível inferir, com base na opinião da grande maioria dos participantes, que a incorporação de um ambiente 3D pode, de fato, aprimorar o aprendizado em relação à compreensão dos modelos de processos. Em outras palavras, os resultados relacionados a esse ambiente, sob a perspectiva desta hipótese, são bastante positivos, fornecendo evidências de que o uso de um ambiente 3D pode trazer benefícios significativos ao aprendizado da modelagem de processos, refutando completamente a hipótese nula (H_0). Portanto, a adição de uma terceira dimensão no ensino da modelagem de processos demonstra ser mais eficaz na compreensão dos processos pelos alunos, em comparação com o ambiente tradicional com apenas duas dimensões.

5. Ameaças à Validade

Algumas ameaças à validade deste experimento incluem:

- Representatividade da amostra: embora se tenha tentado identificar a experiência prévia dos participantes com modelagem de processos, não se pode confirmar a precisão das informações fornecidas por eles;
- Duração do experimento: o experimento não ocorreu em um único dia para todos os participantes, o que pode ter influenciado os resultados. No entanto, essa abordagem era necessária para observar o comportamento de cada participante ao interagir com o processo e compreender suas necessidades e expectativas. Houve uma tentativa de evitar comunicação entre os participantes, mas não se pode garantir que isso não tenha ocorrido;
- Controle de tempo: não foi possível controlar o tempo que cada participante passou usando os óculos, e essa variável não foi registrada;
- Tamanho da amostra: embora o tamanho da amostra seja limitado do ponto de vista estatístico, é considerado como razoável em experimentos em engenharia de software;
- Modelo de processo único: O experimento usou apenas um modelo de processo, mas os pesquisadores incentivaram os participantes verbalmente a explorar todas as partes do modelo, como diferentes caminhos nos *gateways* e subprocessos, para mitigar essa limitação.

6. Considerações Finais

Um método comum de ensinar modelagem de processos envolve apresentar os elementos de notação separadamente e aplicá-los em um contexto específico. No entanto, isso muitas vezes resulta em uma compreensão limitada, especialmente para iniciantes, que podem ter dificuldade em lidar com problemas complexos de forma abstrata. Este artigo propôs um estudo usando um ambiente 3D para tornar o ensino de modelagem de processos mais envolvente e compreensível para os alunos. O objetivo era verificar se esse ambiente imersivo poderia melhorar a compreensão dos modelos de processos durante o aprendizado. O estudo incluiu um *quasi*-experimento com participantes imersos no ambiente 3D, avaliando a compreensão de um modelo de processos em BPMN. Aqui cabe ressaltar que a compreensão é considerada um critério importante para avaliar a qualidade dos modelos de processos.

As principais contribuições deste estudo incluem a criação de um ambiente imersivo de ensino em 3D para modelagem de processos, melhorando a compreensão dos modelos, facilitando a comunicação entre os envolvidos e introduzindo o conceito de *tokens*, muitas vezes negligenciado. Em resumo, os objetivos foram alcançados, justificando a implementação desse ambiente imersivo. Futuros trabalhos podem explorar uma ferramenta colaborativa em 3D, melhorando a interação com os *tokens* e conduzindo estudos experimentais em situações reais de ensino para fortalecer as evidências obtidas neste estudo.

Agradecimentos

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos ao grupo de pesquisa NEPSI da UFPE pelo valioso suporte fornecido ao longo deste trabalho. Adicionalmente, estendem sua gratidão à CAPES - (código de Financiamento 001) pelo apoio financeiro concedido, fundamental para a realização deste projeto.

Referências

Albuquerque, M.L.F.Q.; Lopes, C.S.; da Silveira, D.S. (2022). Mutatis Mutandis: An abstraction with reusable building block used to teach business process modeling, Journal of Education for Business.

Allweyer, T. (2016). BPMN 2.0: Introduction to the Standard for Business Process Modeling, 2o. Edition, Books on Demand, p. 172. ISBN 383709331X.

Biocca, F. (1992). Virtual Reality Technology: A tutorial, In: Journal of Communication. 42(4), pp. 23-72.

Brooks, F.P. (1999). What's real about virtual reality? In: IEEE Computer Graphics and Applications, 19(6), pp.16-27. https://doi.org/10.1109/38.799723.

Dehnert, J.; Aalst, W. (2004). Bridging the gap between business models and workflow specifications, Int. J. Cooperative Inf. Syst., vol. 13, no. 3, pp. 289–332.

Donalek, C.; Djorgovski, S.G.; Cioc, A.; Wang, A.; Zhang, A.; Lawler, E.; Yeh, S.; Mahabal, A.; Grahan, M.; Drake, A.; Davidoff, S.; Norris, J.S. (2014). Immersive and Collaborative Data Visualization Using Virtual Reality Platforms, IEEE International Conference on Big Data, pp.609-615, Anchorage, Alaska, USA.

Duarte, R.; da Silveira, D. S.; Brito, V.; Lopes, C. (2021). A systematic literature review on the usage of eye-tracking in understanding process models. Business Process Management Journal, 27(1), pp. 346–367.

Fernandes, F.; Rodrigues, C.S.; Werner. (2017). Dynamic Analysis of Software Systems through Virtual Reality, 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR), Curitiba, Brazil, 2017, pp. 331-340.

Hadar, I.; Hadar, E. (2007). An iterative methodology for teaching object oriented concepts. Informatics in Education, 6(1), 67–80. doi:10.15388/infedu.2007.05.

Khan, W.A.; Raouf, A.; Cheng, K. (2011). Augmented Reality for Manufacturing. In: Virtual Manufacturing. Springer Series in Advanced Manufacturing. Springer, London.

Kossak, F.; Illibauer, C.; Geist, V.; Kubovy, J.; Natschläger, C.; Ziebermayr, T.; Kopetzky, T.; Freudenthaler, B.; Schewe, K.D.A. (2014). Rigorous Semantics for BPMN 2.0. Process Diagrams. Springer, ISBN: 978-3-319-09931-6.

Lee, J.W.; Daly, S.R.; Huang-Saad, A.; Rodriguez, G.; & Seifert, C.M. (2020). Cognitive strategies in solution mapping: How engineering designers identify problems for technological solutions. Design Studies, 71, 100967.

Lopes, C.S., da Silveira, D.S., Araújo, J. (2021). Business processes fragments to promote information quality, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 38 No. 9, pp. 1880-1901.

Mafra, S.; Barcelos, R.; Travassos, G.H. (2006). Aplicando uma Metodologia Baseada em Evidência na Definição de Novas Tecnologias de Software. In: Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES), v. 1, pp. 239 – 254, Florianopolis.

Mendoza, V.; da Silveira, D.S.; Albuquerque, M.L.; and Araujo, J. (2018). Verifying BPMN understandability with novice business managers. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing, SAC '18, pp. 94–101.

OMG-BPMN. (2014). Business process model and notation (2.0.2). Tech. rep., Object Management Group. In: https://www.omg.org/spec/BPMN.

Reijers, H.A.; Mendling, J. (2011). A study into the factors that influence the understandability of business process models. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 41 , 449–462.

Tori, R.; Kirner, C. (2006). Fundamentos de Realidade Virtual. In: Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada, v. 1, Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, pp. 2-19.

Wohlin, C.; Runeson, P.; Höst, M.; Ohlsson, M.C.; Regnell, B.; Wesslén, A. (2012). Experimentation in Software Engineering. Springer Berlin, Heidelberg, ISBN 978-3-642-29043-5.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 25/07/2023
Aceitação/Acceptance: 30/10/2023

Diretrizes de *Layout* na Compreensão de Modelos BPMN: Uma Análise Cognitiva

Lenylda Maria de Souza Albuquerque[1], Denis Silva da Silveira[1], Rafael Batista Duarte[2], Ângela Tavares Bezerra[3]

lenylda.albuquerque@ufpe.br; dsilveira@ufpe.br; rbd@ecomp.poli.br; angela.tavares@fmo.edu.br

[1] Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, 50740-580, Recife-PE, Brasil

[2] Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455, 50720-001, Recife-PE, Brasil

[3] Faculdade de Medicina de Olinda, R. Dr. Manoel de Almeida Belo, 1333, 53030-030, Olinda-PE, Brasil

Pages: 529-542

Resumo: Este artigo examinou como diretrizes de *layout* afetam, sob aspectos cognitivos, a compreensão dos modelos de processos em BPMN. Assim, foi realizado um *quasi*-experimento com 42 participantes divididos em dois grupos de 21. Para tal, foram realizadas tarefas de compreensão em modelos com e sem diretrizes de *layout*, usando dispositivos biométricos (*eye-tracking* e eletroencefalograma). Os resultados dessa interação mostraram que os participantes que interagiram com modelos com diretrizes de *layout* tiveram um desempenho melhor em termos de precisão, velocidade e facilidade de compreensão. Isso enfatiza a importância dessas diretrizes na modelagem, melhorando a comunicação e a eficácia em modelos de processos.

Palavras-chave: Modelos BPMN, Diretrizes de Layout, Compreensão, Dispositivos Biométricos, Eficácia Cognitiva.

Layout Guidelines in BPMN Model's comprehension: A Cognitive Analysis

Abstract: This paper examined how layout guidelines affect, according to a cognitive perspective, the comprehension of BPMN process models. Thus, a quasi-experiment was carried out with 42 participants, divided into two groups of 21. Hence, comprehension tasks were carried out on models with and without layout guidelines, using biometric devices (eye-tracking and electroencephalogram). This interaction results showed that participants whose models had layout guidelines provided better performance in terms of comprehensions' accuracy, speed and ease. This emphasizes the importance of these guidelines for modeling, improving process models' communication and effectiveness.

Keywords: BPMN Models, Layout Guidelines, Comprehension, Biometric Devices, Cognitive Effectiveness.

1. Introdução

A compreensão dos modelos de processo desempenha um papel crucial na facilitação da comunicação eficaz entre especialistas do domínio e profissionais de tecnologia da informação (TI). Um amplo conjunto de experimentos, documentados na literatura (Mendling et al., 2010; Andaloussi et al., 2023; Corradini et al., 2018; Andaloussi et al., 2020; Mendling, 2007), tem se dedicado a analisar o impacto da compreensão dos modelos de processo. Os resultados dessas pesquisas contribuíram para o desenvolvimento de novas diretrizes e métricas destinadas a apoiar a compreensão desses modelos. Essas diretrizes, por sua vez, orientam a criação de modelos de processo, promovendo melhorias em seus *designs* e assegurando uma compreensão precisa.

Vale ressaltar que os diagramas de processos de negócio (do inglês, *Business Process Diagrams* ou BPDs) mal elaborados podem prejudicar significativamente a sua compreensão e utilidade (Sharif & Maletic, 2010). Isso ocorre porque os BPDs muitas vezes refletem a perspectiva positivista dos projetistas, que criam esses diagramas com base em suas próprias percepções, frequentemente influenciadas por subjetividades pessoais (Schüette & Rotthowe, 1998). Além disso, devido à natureza não-determinística das tarefas que esses diagramas representam, é comum que surjam problemas de modelagem, como erros no fluxo de controle e estruturas e *layouts* deficientes (Mendling & Strembeck, 2008; Leopold et al., 2016), o que pode prejudicar significativamente a compreensão desses diagramas.

Nesse contexto, diretrizes de modelagem (do inglês, *Guidelines of Modeling* ou GoM) podem ser aplicadas para melhorar a compreensibilidade dos modelos de processo por meio de um *layout* bem elaborado (Leopold et al., 2016; Sánchez-González et al., 2017), visando aprimorar a experiência de todos os envolvidos. Como resultado, várias pesquisas (Sharif & Maletic, 2009, 2010; Störrle, 2014, 2016) indicam que um *layout* eficaz proporciona maior satisfação aos usuários. Isso se baseia na premissa de que é necessário compreender completamente um BPD para identificar oportunidades de aprimoramento.

No entanto, persiste um desafio significativo relacionado a essas diretrizes de *layout*, uma vez que não foram submetidas a estudos cognitivos que avaliem seus impactos na compreensão dos modelos de processo (Figl, 2017). Portanto, a questão de pesquisa que orientou esta investigação é a seguinte: quais são as influências das diretrizes de *layout* na compreensibilidade dos modelos de processo, sob a perspectiva cognitiva?

Considerando que a notação amplamente adotada para modelos de processos de negócio é o BPMN (*Business Process Model and Notation*), este artigo tem como objetivo analisar as influências das diretrizes de *layout* na compreensibilidade dos BPDs representados em BPMN, sob uma perspectiva cognitiva. Para alcançar esse objetivo, este experimento utilizou um dispositivo de rastreamento ocular (*eye-tracking*) e um eletroencefalograma (EEG).

2. Fundamentação Teórica

2.1. Compreensão de Modelos de Processos

A compreensão dos processos de negócio é considerada crucial para as organizações, visto que proporciona valor aos *stakeholders* e contribui para o desempenho

organizacional (Reijers et al., 2011). A compreensão dos modelos de processos é influenciada por fatores individuais e características inerentes aos modelos, tais como notação utilizada, disposição visual, modularidade e princípios de modelagem (Dikici et al., 2018). Entretanto, a criação de um *layout* que seja amigável e compreensível para todos os *stakeholders* representa um desafio, devido às discrepâncias no conhecimento e à complexidade intrínseca dos processos de negócio (Mendling et al., 2010), sendo que um *design* deficiente pode resultar em uma interpretação incorreta por parte dos *stakeholders*. Nesse contexto, a subseção subsequente apresentará algumas diretrizes (ou boas práticas) de *layout* que têm como objetivo aprimorar a compreensão dos modelos de processos.

2.2. Diretrizes de *Layout*

As diretrizes de *layout* desempenham um papel crucial na melhoria do *design* gráfico dos modelos de processos, oferecendo uma ampla gama de normas visuais que visam aprimorar significativamente a aparência e usabilidade desses modelos. Diversos aspectos são relacionados por essas diretrizes, como a utilização estratégica de cores para destacar elementos específicos, a busca pela simetria nos elementos gráficos com o objetivo de criar uma estética mais harmoniosa e a simplificação dos fluxos de sequência, com o intuito de tornar a representação visual mais intuitiva. É importante ressaltar que tais diretrizes ultrapassam as convenções da notação formal, possibilitando uma abordagem mais flexível e criativa no *design* de modelos de processos (Schrepfer et al., 2009).

No contexto desta investigação, foram retiradas da literatura as seguintes diretrizes que servem de base para a análise realizada: (D1) Utilizar cores para realçar os elementos do modelo (Reijers et al., 2011); (D2) Minimizar a área de desenho do modelo, preferencialmente em uma única página (Bernstein & Soffer, 2015); (D3) Orientar o fluxo do processo da esquerda para a direita (Leopold et al., 2016; Bernstein & Soffer, 2015); (D4) Reduzir o número de curvas no fluxo de sequência (Schrepfer et al., 2009); (D5) Minimizar o número de cruzamentos de fluxo de sequência (Schrepfer et al., 2009); (D6) Evitar a sobreposição de elementos (Schrepfer et al., 2009; Bernstein & Soffer, 2015; Leopold et al., 2016); (D7) Utilizar elementos de forma simétrica entre si (Leopold et al., 2016; Schrepfer et al., 2009; Bernstein & Soffer, 2015); e (D8) Manter elementos relacionados próximos uns dos outros (Schrepfer et al., 2009; Leopold et al., 2016).

2.3. Eficácia Cognitiva

A eficácia cognitiva está relacionada à aquisição de conhecimento em termos de exatidão, velocidade e facilidade, dependendo de como uma representação (modelo ou símbolo gráfico) é processada pela mente humana (Moody, 2009). Sendo que uma representação cognitivamente eficaz é uma representação otimizada para ser processada pela mente humana (Moody, 2009). Dentro desse contexto, a pesquisa cognitiva em modelos busca compreender os fatores associados à compreensão, análise ou criação de modelos (Gemino & Wand, 2004), avaliando a qualidade de uma linguagem visual na comunicação (Moody, 2009). Há consenso de que os modelos devem ser cognitivamente eficazes, o que requer um *design* coerente.

De forma resumida, os diagramas não se tornam automaticamente eficazes apenas por serem gráficos, uma vez que, quando mal concebidos, podem ser menos eficazes do que

o próprio texto (Larkin & Simon, 1987). Portanto, é de suma importância considerar os aspectos cognitivos ao criar e utilizar modelos de processos, a fim de garantir sua efetividade na transmissão de informações.

3. *Quasi*-Experimento

O propósito deste artigo é apresentar um *quasi*-experimento, seguindo a abordagem proposta por Wohlin *et al.* (2012), para avaliar a eficácia cognitiva das diretrizes de *layout* dos modelos de processos em BPMN. Para essa finalidade, realizou-se um *quasi*-experimento com a participação de 42 indivíduos, incluindo profissionais e estudantes de pós-graduação na área de gestão de processos. A eficácia cognitiva foi, então, avaliada com base em três componentes: exatidão, velocidade e facilidade. Para isso, utilizaram-se dois modelos de processos em BPMN, ambos com o mesmo propósito, sendo que um deles foi elaborado com as diretrizes de *layout*, enquanto o outro não as incorporou. Nas próximas subseções, será apresentada uma descrição detalhada do *quasi*-experimento.

3.1. Planejamento

Seguindo os princípios de Wohlin *et al.* (2012), a etapa de planejamento foi estruturada em atividades, as quais serão apresentadas resumidamente a seguir.

No contexto deste *quasi*-experimento, uma atividade de leitura e interpretação de um modelo BPMN foi realizada em um ambiente controlado, empregando sensores biométricos não invasivos, incluindo um *eye-tracking* e um EEG. Após a introdução dos sensores e sua devida instalação no participante, a avaliação do modelo BPMN foi iniciada, com o participante respondendo a 14 questões relacionadas à exatidão do modelo em análise. Após a conclusão deste questionário, o participante foi direcionado para um questionário sobre a facilidade de uso.

Com base na questão de pesquisa definida, foram estabelecidas duas hipóteses, a nula (H_0) e a alternativa (H_1), sendo elas: (H_0) - a utilização das diretrizes de *layout* NÃO tem influência na compreensão dos modelos de processos em BPMN; e (H_1) - a utilização das diretrizes de *layout* tem influência na compreensão dos modelos de processos em BPMN.

Com base nessas hipóteses, foram especificadas as variáveis independentes (de causa) e dependentes (de efeito) que foram observadas durante a condução deste *quasi*-experimento. A variável independente foi o "*layout*", que poderia ser classificado como *bom* (com diretrizes) ou *mau* (sem diretrizes). A variável dependente foi definida como "*compreensão*".

No processo de seleção dos participantes, composto por profissionais e estudantes de pós-graduação na área de gestão de processos, 93 possíveis candidatos foram convidados com base na condição essencial de conhecimento em BPMN na modelagem de processos. Destes, apenas 66 aceitaram o convite imediatamente, e finalmente, 48 conseguiram participar após lidar com desafios como viagens profissionais, problemas de saúde e conflitos de agenda. Cinco desses participantes não atenderam ao critério mínimo de calibração do *eye-tracking* (3 estrelas, conforme recomendado pelo fabricante), e um participante foi excluído devido a problemas técnicos na gravação dos seus dados biométricos. Portanto, a população final consistiu em 42 participantes.

Durante esta etapa de planejamento, é fundamental garantir a sua adequada execução para prevenir potenciais problemas futuros. Desta forma, testes piloto foram conduzidos para validar a sua operacionalização, principalmente em relação à integração e exportação dos dados biométricos coletados. Assim, cinco participantes, incluindo três estudantes de pós-graduação em gestão de processos e dois profissionais da área, foram envolvidos nesses testes.

Esses testes proporcionaram importantes aprendizados, resultando em ajustes para prevenir problemas que poderiam comprometer os resultados desta pesquisa. Entre esses aprendizados destacam-se dois: (*i*) a necessidade de melhor posicionamento dos participantes em relação ao *eye-tracking* para evitar que saíssem do alcance deste sensor; e (*ii*) a importância de uma fixação mais segura do cabo USB do *eye-tracking* para evitar desconexões.

3.2. Operação

Conforme Wholin *et al.* (2012) destacam, a operacionalização do experimento segue um processo com três fases distintas e interligadas. A primeira fase, denominada de *preparação*, engloba a contextualização dos participantes em relação à pesquisa, a configuração adequada do ambiente de estudo e a preparação dos instrumentos a serem utilizados. A segunda etapa, a *execução*, se concentra na realização efetiva do *quasi*-experimento em si. Por fim, a terceira fase, chamada de *validação*, está relacionada à garantia da validade dos dados coletados ao longo do processo. Essas fases formam um ciclo coeso e necessário para a condução bem-sucedida do experimento.

3.3. Análise

Nesta etapa, os dados coletados foram analisados em dois conjuntos distintos de resultados. O primeiro conjunto refere-se à análise convencional dos dados dos questionários sociocultural e de facilidade, "*com*" e "*sem*" diretrizes de *layout*. Isso incluiu uma avaliação do perfil dos participantes, que revelou que a maioria dos 42 participantes tinha experiência acadêmica. Dos participantes com experiência profissional, sete tinham mais de 5 anos de atuação, enquanto seis tinham entre 1 e 3 anos e quatro tinham entre 3 e 5 anos de experiência. No grupo de participantes acadêmicos, a maioria tinha cursado apenas uma disciplina, embora dois participantes cursaram duas disciplinas e três participantes tinham cursados três ou mais disciplinas com relação à modelagem de processos.

Após a conclusão do questionário de exatidão em relação aos modelos, os participantes avançaram para a etapa final: o questionário de facilidade. Nesse questionário, os 42 participantes responderam a oito questões específicas alinhadas com o modelo que cada um deles utilizou, seja o modelo com diretrizes (CD) ou o modelo sem diretrizes (SD).

Quanto à complexidade dos modelos, observou-se que o modelo SD foi percebido como mais complexo pelos participantes, uma vez que nenhum dos que analisaram o modelo CD indicou essa alternativa. Porém, no que diz respeito ao nível de dificuldade dos modelos, nenhum participante considerou os modelos como *muito difíceis*. Por outro lado, apenas um participante que avaliou o modelo SD o classificou como *muito fácil*. Já a opção *fácil* foi escolhida por 12 participantes que avaliaram o modelo CD

e 11 participantes que avaliaram o modelo SD. Já a opção *difícil* foi escolhida por 9 participantes para ambos os modelos.

No que se refere ao uso de cores nos modelos de processos, uma questão abordada exclusivamente no questionário de facilidades, a maioria dos participantes que utilizaram o modelo CD acreditava que as cores desempenhavam um papel crucial na compreensão, ao passo que a maioria daqueles que utilizaram o modelo SD considerava que a falta de cores prejudicava a compreensibilidade. Em resumo, fica evidente que a inclusão ou exclusão de cores de fato exerce influência sobre a compreensão, como indicado pelas respostas majoritárias dos participantes.

No que se refere à análise dos dados biométricos, os dados relacionados ao *eye-tracking* foram coletados durante as tarefas de compreensão realizadas pelos participantes durante o preenchimento do questionário de exatidão. O foco da análise estava em áreas específicas, incluindo: (*i*) o enunciado da questão; (*ii*) as alternativas de respostas; (*iii*) os elementos gráficos no modelo que correspondem às diretrizes analisadas, ou seja, a área de interesse relevante para encontrar a resposta correta; e (*iv*) as demais áreas do modelo que não são relevantes para responder à questão. A Figura 1 ilustra essas áreas em relação à primeira questão do questionário de exatidão do modelo CD.

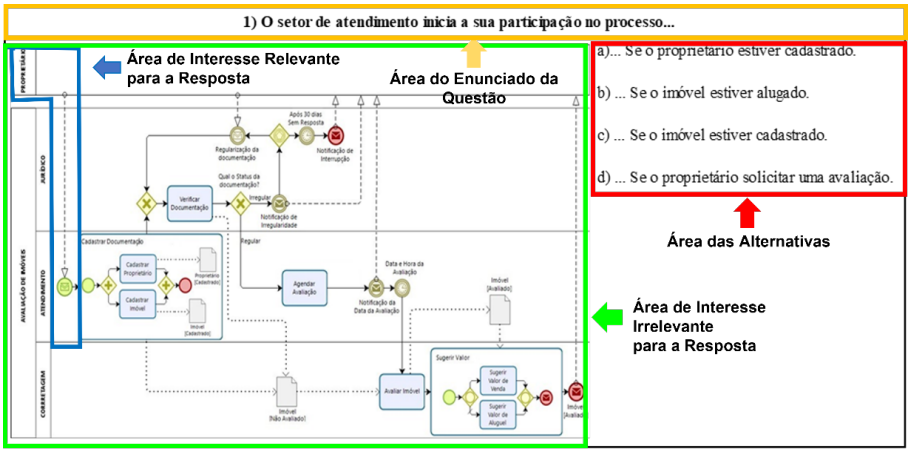


Figura 1 – Modelo CD Mapeado com as Áreas de Interesses.

Com base nessas áreas, os dados biométricos capturados tanto pelo *eye-tracking* quanto pelo dispositivo EEG para avaliar a compreensão em relação à eficácia cognitiva concentrou-se nas seguintes variáveis: (*i*) *fixRel* para a contagem de fixações relevantes (exatidão); (*ii*) *fixIrrel* para a contagem de fixações irrelevantes (exatidão); (*iii*) *avgAlpha* para média das ondas *alpha* (exatidão); (*iv*) *avgGamma* para média das ondas *gamma* (exatidão); (*v*) *duration* para o tempo de resposta do participante (velocidade); (*vi*) *avgDurFixRel* para duração média das fixações relevantes (facilidade); e (*vii*) *avgDurFixIrrel* para duração média das fixações irrelevantes (facilidade).

Para verificar a normalidade e homogeneidade dessas variáveis, foram realizados os testes de Shapiro-Wilk (normalidade) (Shapiro & Wilk, 1965) e Levene (homogeneidade de variâncias) (Schultz, 1985). Alguns testes de Shapiro-Wilk foram rejeitados devido à não normalidade, levando à escolha do teste não-paramétrico de Mann-Whitney (Mcknight & Najab, 2010) para análises uniformes. A Tabela 1 apresenta os resultados do teste de Mann-Withney, destacando as questões com diferença estatisticamente significativa.

Questões	fixIrrel		avgGamma		Duration (ms)		avgDurFixIrrel	
	W	*p-value*	W	*p-value*	W	*p-value*	W	*p-value*
3	111	***0.0061***	167	*0.1824*	195	*0.5294*	209	*0.7820*
4	146	***0.0627***	144	*0.**0559***	210	*0.8014*	149	***0.0741***
5	160.5	*0.1344*	184	*0.3651*	195	*0.5294*	134	***0.0305***
6	235.5	0.7153	157	*0.1130*	145	*0.**0592***	246	*0.5294*
11	138.5	***0.0403***	192	*0.4812*	195	*0.5294*	176	*0.2684*
13	146	***0.0627***	179	0.3024	260	*0.3266*	174	*0.2472*

p-value < 0.10

Tabela 1 – Resultados do teste de Mann-Whitney.

4. Análise dos Resultados

Seguindo a abordagem de Laue e Gadatsch (2010) para avaliar a compreensibilidade de modelos, foi aplicado um questionário de exatidão no qual os participantes respondem perguntas sobre o conteúdo dos modelos, e suas respostas passaram por uma avaliação quanto à assertividade. No presente estudo, o questionário de exatidão foi utilizado com esse propósito. Após a aplicação aos grupos CD e SD, realizou-se uma análise estatística abrangendo todas as questões por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitney, adotando um nível de significância de α igual a 10% (0,10) para avaliar as hipóteses.

Inicialmente, foram calculadas medidas descritivas dos dados para cada questão, com os participantes agrupados de acordo com o interesse (CD e SD), apresentando os valores normalizados para acertos e erros. Registrou-se o número de participantes que acertaram, erraram, a média e o desvio padrão para cada variável mencionada em cada questão.

Os resultados referentes à exatidão das respostas dos participantes, avaliados pela variável *fixIrrel*, estão resumidos na Tabela 2. Importante observar que essa tabela foi elaborada exclusivamente com os dados das questões consideradas estatisticamente significativas, relacionadas às dimensões de exatidão, velocidade e facilidade, que compõem a análise cognitiva dos participantes.

Ao analisar a Tabela 2, observa-se que em todas as questões estatisticamente significativas, a variável *fixIrrel* no modelo CD é consistentemente menor do que no modelo SD. A maior média *fixIrrel* no modelo CD ocorreu na questão 4, com uma média de 336,17 fixações irrelevantes para 12 participantes que responderam corretamente. No entanto, no modelo SD, a maior média de erros também foi observada na questão 4,

com uma média de 569,78 fixações irrelevantes para 9 participantes que acertaram. Essa comparação pode ser aplicada às médias de erros em todas as questões, com os mesmos modelos CD e SD. Em geral, as médias de fixações irrelevantes nos modelos CD foram menores do que nos modelos SD.

ID Questão	Modelo	Status da Resposta	Média	Média Global	ID Questão	Modelo	Status da Resposta	Média	Média Global
3	CD	11 Acertos	307,27	349,81	11	CD	10 Acertos	285,30	309,86
		10 Erros	396,60				11 Erros	332,18	
	SD	12 Acertos	502,50	585,52		SD	6 Acertos	298,83	467,24
		9 Erros	696,22				15 Erros	534,60	
4	CD	12 Acertos	336,17	365,67	13	CD	16 Acertos	169,49	231,13
		9 Erros	405,00				5 Erros	428,40	
	SD	9 Acertos	569,78	644,67		SD	11 Acertos	205,82	414,24
		12 Erros	700,83				10 Erros	643,50	

Tabela 2 – Avaliação da Exatidão – *fixIrrel*.

As Figuras 2 e 3 mostram mapas de calor das fixações dos participantes que erraram a questão 4 do questionário de exatidão nos modelos SD e CD, respectivamente. Esses gráficos permitem observar a intensidade das fixações em áreas de interesse, distinguindo as áreas relevantes (contornadas em azul) das irrelevantes (contornadas em verde). Na Figura 2, relacionada ao modelo SD, os participantes que erraram não se restringiram à área relevante, mas dispersaram sua atenção por outras áreas, como evidenciado pela média de pontos de fixação na área irrelevante (700,83) (ver Tabela 2) e sua representação no mapa de calor.

Já na Figura 3, que representa o modelo CD, observa-se que os participantes que erraram a mesma questão apresentaram uma média de 405 fixações em áreas irrelevantes. Essa média possivelmente sugere que as diretrizes de *layout* tenham contribuído para uma redução da dispersão da atenção dos participantes em áreas de interesse irrelevantes.

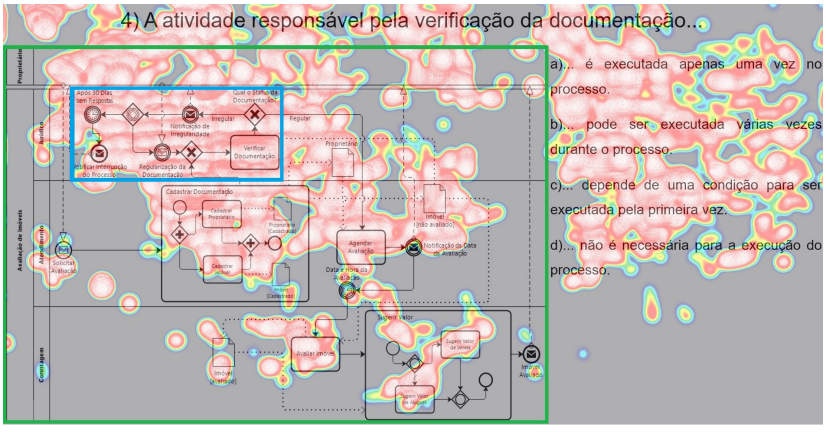


Figura 2 – Mapa de Calor Relativo à Questão 4 do Modelo SD.

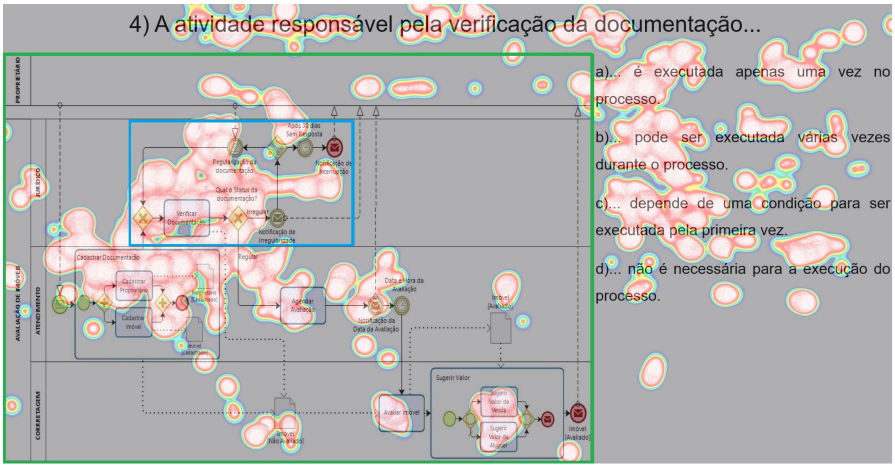


Figura 3 – Mapa de Calor Relativo à Questão 4 do Modelo CD.

Portanto, fica evidente que a média de fixações em áreas irrelevantes no modelo SD é consistentemente maior do que no modelo CD. Isso sugere que a falta de diretrizes no modelo SD resultou em dificuldades para os participantes encontrarem as respostas corretas, resultando em um prolongamento do tempo gasto na fixação do olhar em áreas irrelevantes e, consequentemente, a cometerem erros nessas questões. Corroborando com este fato, os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que o modelo SD requer uma maior concentração para uma compreensão aprimorada dos modelos BPMN e, portanto, um melhor desempenho em termos de assertividade nas respostas.

No que diz respeito à variável *avgGamma*, relacionada ao nível de atenção dos participantes, é relevante notar que apenas a quarta questão apresentou significância estatística (ver Tabela 1). Observou-se que as médias no modelo CD (com acertos médios de 8191,95 e erros médios de 6408,01) foram inferiores às médias no modelo SD (com acertos médios de 9382,06 e erros médios de 10950,96) nessa questão específica. Isso sugere uma carga de trabalho mental mais elevada para os participantes que responderam ao modelo SD em comparação com aqueles que responderam o modelo CD. Nas outras questões, não se observou uma diferença estatisticamente significativa nessa variável.

No que se refere à variável *Duration* (em *ms*), que representa o tempo médio gasto pelos participantes nas questões, é importante notar que apenas a sexta questão apresentou significância estatística, como evidenciado na Tabela 1. Foi observado que os participantes que responderam essa questão com o modelo CD (com médias de acertos de 36195,98 e médias de erros de 16403,00) tiveram uma maior eficiência em termos de velocidade, necessitando, em média, de menos tempo para responder corretamente, em comparação com o modelo SD (com médias de acertos de 41944,79 e médias de erros de 75307,50).

Já em relação à variável relacionada às médias da duração das fixações em áreas irrelevantes (*AvgDurFixIrrel*) durante as respostas dos participantes às questões, observou-se um impacto estatisticamente significativo nas questões 4 e 5 (ver Tabela 1).

Nestas questões, os participantes que responderam ao modelo CD (Questão 4: média de acertos igual a 77,02 e média de erros igual a 151,54; Questão 5: média de acertos igual a 50,00 e média de erros igual a 22,67) gastaram menos tempo em áreas irrelevantes em comparação com aqueles que responderam ao modelo SD (Questão 4: média de acertos igual a 162,87 e média de erros igual a 127,39; Questão 5: média de acertos igual a 79,39 e média de erros igual a 95,94). Esses resultados sugerem duas possíveis explicações. Primeiramente, é provável que o modelo CD tenha uma organização visual mais intuitiva, o que permitiu respostas corretas mesmo sem a necessidade de fixar o olhar nas áreas de interesse relevantes. Em segundo lugar, o alto tempo médio gasto em áreas irrelevantes está associado a uma maior probabilidade de erro nas questões, especialmente quando o modelo não segue uma organização intuitiva de acordo com as diretrizes. Dessa forma, é plausível concluir que, nestas questões específicas, os participantes que responderam ao modelo CD tiveram um desempenho mais fácil em comparação com aqueles que responderam ao modelo SD.

4.1. Validação das Hipóteses

Neste estudo, foram testadas duas hipóteses, uma nula e outra alternativa, considerando a presença ou ausência de diretrizes. Os resultados do teste de *Mann-Withney* confirmaram a hipótese alternativa (H_1), indicando a influência das diretrizes na compreensibilidade dos modelos. Em relação à exatidão, a variável fixIrrel apresentou significância estatística (ver Tabela 1), evidenciando que o modelo CD teve melhor compreensibilidade em comparação ao modelo SD (ver Tabela 2), resultando em maior assertividade nas respostas, mesmo sem focar nas áreas de interesse relevantes. A variável *avgGamma* também refletiu uma carga de trabalho mental maior nos modelos SD em comparação aos modelos CD.

No que diz respeito à velocidade, tanto a significância estatística (ver Tabela 1) quanto a variável *duration* (em *ms*) indicaram um melhor desempenho do modelo CD em termos de assertividade e tempo de resposta, demonstrando sua maior compreensibilidade em comparação aos modelos SD.

Em relação à facilidade, a variável *avgDurfixIrrel* apresentou significância estatística (ver Tabela 1), mostrando que um modelo visualmente organizado, com diretrizes de layout adequadamente inseridas, facilita a compreensibilidade, mesmo sem focar nas áreas de interesse relevantes.

Em resumo, foram encontradas evidências estatisticamente significativas em seis questões para diferentes variáveis (consulte a Tabela 1), evidenciando uma discrepância entre o grupo que utilizou o modelo CD e o grupo que utilizou o modelo SD. Essas diferenças, destacadas na Tabela 2, foram observadas na contagem de fixações irrelevantes (*fixIrrel*) nas questões 3, 4, 11 e 13, na média das ondas gamma (*avgGamma*) na questão 4, na duração (*duration*) na questão 6 e na duração média de fixações irrelevantes (avgDurFixIrrel) nas questões 4 e 5. No entanto, não foram encontradas evidências estatisticamente significativas para afirmar que há diferença na utilização dos dois modelos (CD e SD) nas variáveis: contagem de fixações relevantes (*fixRel*), média das ondas alpha (*avgAlpha*) e duração média de fixações relevantes (*avgDurFixRel*).

4.2. Validação das Diretrizes de *Layout*

Foi estabelecida uma correlação entre as questões estatisticamente significativas, as diretrizes de *layout* e os elementos em BPMN testados em cada questão (ver Tabela 3).

Questão	Artefato	Diretrizes*
3	*Gateway* Paralelo	D1, D4, D7 e D8.
4	*Loop*	D1, D3, D4, D5, D7 e D8.
5	*Pré-Condição da Atividade*	D1, D4, D5 e D7.
6	*Gateway Exclusivo*	D1, e D3.
11	*Evento de Mensagem*	D1, D3, D4, D5 e D7.
13	*Atividade*	D8.

* A subseção 2.2, no último parágrafo, apresenta na forma descritiva essas diretrizes.

Tabela 3 – Questões Estatisticamente Significativas versus Diretrizes de *Layout*.

Ao observar a Tabela 3, identificam-se diretrizes cruciais para aprimorar a compreensão dos modelos de processo em BPMN. A diretriz D1 destacou-se em quase todas as questões estatisticamente significativas, recebendo forte apoio dos participantes. No grupo CD, 80,95% *concordaram* ou *concordaram totalmente* que o uso de cores influencia na compreensibilidade, enquanto no grupo SD, 76,19% *concordaram* ou *concordaram totalmente* que a ausência de cores afeta a compreensão dos modelos BPMN.

As diretrizes associadas aos diferentes tipo de *gateways*, como D3, D4, D5, desempenham um papel crucial na tomada de decisões nos modelos BPMN. Elas não apenas surgem nas questões da Tabela 3, mas também são respaldadas pelo questionário de facilidade. No grupo CD, nenhum participante relatou dificuldades na tomada de decisão, enquanto apenas 4,76% no grupo SD relataram dificuldades, indicando uma maior compreensibilidade do grupo CD.

As diretrizes D7 e D8 relacionam-se à organização dos modelos de processos e, de fato, influenciaram a facilidade de compreensão. A maioria dos participantes no grupo SD relatou maior dificuldade em comparação ao grupo CD, *concordando* ou *concordando parcialmente* que a organização percebida no grupo SD dificultou a compreensão. Portanto, o grupo CD demostrou uma melhor compreensão.

5. Conclusões

Os resultados destacaram diferenças estatisticamente significativas entre os modelos (CD e SD) em relação à compreensão. As variáveis *fixIrrel* e *avgGamma* confirmaram a influência positiva das diretrizes no modelo CD, indicando uma melhor compreensão quando as diretrizes estavam presentes. Da mesma forma, a variável duration revelou uma diferença estatisticamente significativa na velocidade de resposta, demonstrando uma maior eficiência na compreensão do modelo CD em comparação com o modelo SD. No contexto da facilidade, a variável *avgDurFixIrrel* evidenciou uma diferença

estatisticamente significativa na duração das fixações irrelevantes, favorecendo o modelo CD. Isso sugere uma maior facilidade na compreensão do modelo CD em comparação com o modelo SD.

Com base nessas análises, pode-se concluir que as diretrizes de *layout* desempenham um papel crucial na compreensão dos modelos BPMN, beneficiando tanto os *stakeholders* envolvidos na análise e tomada de decisões quanto aqueles responsáveis pela implementação dos processos. Recomenda-se a aplicação dessas diretrizes, sempre que possível, em todos os modelos BPMN, considerando os resultados obtidos neste estudo (ver Tabela 3).

Este estudo preenche uma lacuna ao analisar as diretrizes de *layout* em modelos BPMN, com o objetivo de aprimorar a compreensibilidade sob a perspectiva da eficácia cognitiva. Por meio de um *quasi*-experimento envolvendo acadêmicos e profissionais da área de processos, esta pesquisa oferece contribuições relevantes, tais como: (*i*) especificação de um *quasi*-experimento para analisar o desempenho dos participantes na compreensão de modelos BPMN, comparando a utilização de diretrizes de *layout* com sua ausência; (*ii*) ênfase na importância do *layout* para a compreensibilidade dos modelos BPMN, promovendo uma melhor compreensão; (*iii*) restrição do uso de construções inadequadas, reduzindo a complexidade e o número de erros no *design* de modelos BPMN; e (*iv*) exploração do uso de dispositivos biométricos, como o *eye-tracking* e EEG, para aprimorar o desenvolvimento dos modelos BPMN.

Por fim, este artigo contribui com a compreensão dos modelos BPMN, destacando a importância das diretrizes de *layout*. Essas contribuições beneficiam tanto os profissionais envolvidos quanto o campo da modelagem de processos em geral.

Agradecimentos

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos ao grupo de pesquisa NEPSI da UFPE pelo valioso suporte fornecido ao longo deste trabalho. Adicionalmente, estendem sua gratidão ao CNPq (ref. 421085/2023-1) e à FACEPE (ref. 0867-6.02/22) pelo apoio financeiro concedido, fundamental para a realização deste projeto.

Referências

Andaloussi, A.A., Burattin, A., Slaats, T., Kindler, E., Weber, B. (2023). Complexity in declarative process models: Metrics and multimodal assessment of cognitive load. Expert Systems with Applications, (p. 120924).

Andaloussi, A.A., Davis, C.J., Burattin, A., López, H.A., Slaats, T., Weber, B. (2020). Understanding quality in declarative process modeling through the mental models of experts. In International Conference on Business Process Management, pp. 417–434. Springer.

Bernstein, V.; Soffer, P. (2015). How does it look? exploring meaningful layout features of process models. Advanced Information Systems Engineering Workshops, v. 215, n. 1, p. 81–86.

Corradini, F., Ferrari, A., Fornari, F., Gnesi, S., Polini, A., Re, B., Spagnolo, G.O. (2018). A guidelines framework for understandable BPMN models. Data & Know Engineering, 113, 129–154.

Dikici, A., Turetken, O., Demirörs, O. (2018). Factors influencing the understandability of process models. Information and Software Technology, v. 93, Issue C, pp. 112–129.

Figl, K. (2017). Comprehension of procedural visual business process models: A literature review. Business and Information Systems Engineering, Springer Fachmedien Wiesbaden, v. 59, n. 1, p. 41–67. ISSN 18670202.

Gemino, A.; Wand, Y. A. (2004). framework for empirical evaluation of conceptual modeling techniques. Requirements Engineering, v. 9(4) pp. 248–260.

Larkin, J.H.; Simon, H.A. (1987). Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. In: Cognitive Science 11(1), pp. 65–100. ISSN: 1551-6709.

Laue, R; Gadatsch, A. (2010). Measuring the understandability of business process models-Are we asking the right questions? In: International Conference on Business Process Management. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 37-48.

Leopold, H.; Mendling, J.; Günther, O. (2016). Learning from quality issues of BPMN models from industry. CEUR Workshop Proceedings, v. 1701, n. 1, p. 36–39.

McKnight, P.; Najab, J. (2010). Mann-Whitney U Test. The Corsini encyclopedia of psychology, 1-1.

Mendling, J.; Strembeck, M. (2008). Influence Factors of Understanding Business Process Models. In: Business Information Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 142–153.

Mendling, J.; Reijers, H.A.; Van Der Aalst, W.M.P. (2010). Seven Process Modeling Guidelines (7PMG). Information and Software Technology. v. 52(2), pp. 127-136.

Mendling, J. (2007). Detection and prediction of errors in EPC business process models. Ph.D. thesis Wirtschaftsuniversität Wien Vienna.

Moody, D. (2009). The"physics" of notations: a scientific approach to designing visual notations in software engineering. In: 2010 ACM/IEEE 32nd International Conference on Software Engineering. IEEE, p. 485-486.

Reijers, H.A.; Mendling, J.; Dijkman, R.M. (2011). Human and automatic modularizations of process models to enhance their comprehension. Information Systems, Elsevier, v. 36, n. 5, pp. 881–897. ISSN 03064379.

Sánchez-González, L.; García, F.; Ruiz, F.; Piattini, M. (2017). A case study about the improvement of business process models driven by indicators. Software & Systems Modeling, Springer Berlin Heidelberg, v. 16, n. 3, p. 759–788.

Schrepfer, M., Wolf, J., Mendling, J., Reijers, H.A. (2009). The Impact of Secondary Notation on Process Model Understanding. In: The Practice of Enterprise Modeling. PoE. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 39. Springer, Berlin, Heidelberg.

Schüette, R.; Rotthowe, T. (1998). The Guidelines of Modeling - An Approach to Enhance the Quality in Information Models. In: Conceptual Modeling – ER '98. Heidelberg: Springer, vol. 1507, 1998. p. 240–254.

Schultz, B. (1985). Levene's test for relative variation. Systematic Zoology, 34(4), pp. 449-456.

Shapiro, S.; Wilk, M. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika, 52(3/4), 591-611.

Sharif, B.; Maletic, J. (2010). An eye tracking study on the effects of layout in understanding the role of design patterns. In IEEE International Conference on Software Maintenance, ICSM 2010, pp. 1–10. ISSN: 1063-6773.

Störrle, H. (2014). On the impact of layout quality to understanding UML diagrams: size matters. In International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems. Springer. pp. 518–534.

Störrle, H. (2016). Diagram Size vs. Layout Flaws: Understanding Quality Factors of UML Diagrams. In Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. p. 31.

Wohlin C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, A. (2012). Experimentation in software engineering. Springer, Berlin.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 03/07/2023
Aceitação/Acceptance: 04/10/2023

Revisión de aplicaciones del Internet de las Cosas en Sistemas Fotovoltaicos

Edgar Vicente Vivanco-Herrera[1], Tannia Cecilia Mayorga-Jácome[2], María Carmen Colmenarez-Mujica[3], María Fernanda Cardoso-Machado[4].

evivanco@uisrael.edu.ec; tmayorga@uisrael.edu.ec; mcolmenararez@uisrael.edu.ec; mcardoso@uisrael.edu.ec

[1,2,3,4] Universidad Tecnológica Israel, E4-142, Marieta De Veintimilla y Fco. Pizarro, Quito, 170522, Pichincha, Ecuador.

Pages: 543-553

Resumen: Los paneles fotovoltaicos son esenciales en la producción de energía eléctrica utilizando la radiación solar. La revolución tecnológica, especialmente el "Internet de las Cosas" (IoT), ha conectado dispositivos previamente aislados tecnológicamente, dado lugar a innovadores sistemas de monitoreo y control en el campo de los sistemas fotovoltaicos, junto con microcontroladores, permiten el monitoreo remoto de magnitudes eléctricas clave, en su desempeño continuo. Esta convergencia entre IoT, sistemas de generación fotovoltaicos y microcontroladores optimiza la eficiencia energética y asegura un suministro eléctrico estable. Facilita la toma de decisiones y ajustes dinámicos en respuesta a condiciones cambiantes, aprovechando protocolos inalámbricos que permiten obtener datos en tiempo real. El propósito de esta revisión de aplicaciones es evaluar cómo la tecnología IoT, cuando se combina con sistemas fotovoltaicos, maximiza la eficiencia y la capacidad de gestión continúa,habilitando la toma de acciones correctivas basadas en la información recopilada en tiempo real.

Palabras claves: Internet de las cosas; microcontroladores; sistemas fotovoltaicos; eficiencia energética; sistemas de monitoreo y control.

Review of Internet of Things applications in Photovoltaic Systems

Abstract: Photovoltaic panels are essential in the production of electrical energy using solar radiation. The technological revolution, especially the "Internet of Things" (IoT), has connected previously technologically isolated devices, giving rise to innovative monitoring and control systems in the field of photovoltaic systems, together with microcontrollers, allow remote monitoring of magnitudes key electrical, in its continuous performance. This convergence between IoT, photovoltaic generation systems and microcontrollers optimizes energy efficiency and ensures a stable electricity supply. It facilitates decision-making and dynamic adjustments in response to changing conditions, leveraging wireless protocols for real-time data acquisition. The purpose of this application review is to evaluate how

IoT technology, when combined with photovoltaic systems, maximizes efficiency and continuous manageability, enabling the taking of corrective actions based on information collected in real time.

Keywords: Internet of things; microcontrollers; Photovoltaic systems; energy efficiency; monitoring and control systems.

1. Introducción

En un mundo cada vez más consciente de utilizar fuentes de energía sostenible, la captación de los rayos ultravioletas del sol, es una solución esencial para un futuro energético limpio y sostenible. Los paneles fotovoltaicos, que generan electricidad de manera natural a partir de la radiación solar, desempeñan un papel crucial en esta transformación. Estos sistemas emplean celdas fotovoltaicas para convertir la energía lumínica del sol en electricidad (Vega-Carranza et al., 2019).

Uno de los pilares fundamentales que ha impulsado esta transformación es el concepto del Internet de las Cosas (IoT), que fomenta la interconexión de dispositivos y sistemas previamente desconectados. En este contexto, los sistemas fotovoltaicos no solo son una fuente de energía renovable, sino que también se han convertido en elementos fundamentales para un futuro sostenible (Álvarez Mullo, 2023).

Acompañando este avance, plataformas basadas en microcontroladores como Arduino, *Raspberry* Pi, ESP-32, entre otros, han empoderado la capacidad de monitorear de manera remota e inalámbrica magnitudes físicas de manera precisa. La importancia de esta revisión radica en identificar cómo la convergencia del IoT, los paneles fotovoltaicos, las energías renovables y la tecnología con microcontroladores está dando paso a sistemas innovadores de monitoreo y control (Garcia Blanco, 2023).

El objetivo del presente artículo es examinar cómo la convergencia entre IoT, microcontroladores y sistemas fotovoltaicos está permitiendo un monitoreo y control preciso de variables esenciales como: voltaje, corriente, potencia, radiación solar y temperatura en sistemas de energía solar. Estos avances se han convertido en aspectos esenciales para maximizar la eficiencia energética y garantizar un suministro estable. Además, la utilización de protocolos de comunicación inalámbricos ha facilitado la creación de redes inteligentes que posibilitan la adquisición de datos en tiempo real, permitiendo a los sistemas tomar decisiones informadas y ajustar su funcionamiento de manera dinámica en respuesta a las condiciones cambiantes.

2. Metodología

Esta revisión se basó en la consulta de bases de datos de revistas científicas, incluyendo fuentes como Scielo, Scopus y Google Académico.

En Scopus se utilizó la siguiente consulta "TITLE-ABS-KEY("*Photovoltaic systems" AND* IOT *AND (*Arduino *OR RASPBERRY)) AND PUBYEA*R > 2019" de la cual se generaron 21 artículos, se descartados 5 por no tener relevancia con el tema.

En Scielo Query ("(sistemas fotovoltaicos) *AND* (arduino) *AND (PUBYEAR* >2019□) de los cuales se generaron 5 y fueron descartados 1 debido a que estaba desarrollado con microcontroladores, pero no se conectaba al nube para compartir la información.

En Google Académico ("Sistemas fotovoltaicos) *AND* (microcontroladores) *AND* (paneles fotovoltaicos) de los cuales se generaron 4 y 2 fueron descartados debido a que no cumplían con los parámetros establecidos en especial al no ser una implementación fotovoltaica.

Adicional se trabajó con el instrumento de hoja de cálculo de google para recopilar los hallazgos encontrados y de esta forma poder aplicar el método analítico sintético correlacionando las variables paneles fotovoltaicos, microcontroladores, internet de las cosas, medición de variables físicas, obtención de información en tiempo real y almacenamiento de información; lo que permitió comprender las tendencias, innovaciones y beneficios que el IoT aporta a los sistemas fotovoltaicos.

El proceso se dividió en varias etapas interconectadas que garantizaron la obtención de resultados confiables y concluyentes.

La primera etapa fue una exhaustiva búsqueda bibliográfica en revistas científicas y bases de datos académicas reconocidas. Las palabras clave utilizadas para esta búsqueda se seleccionaron para enfocarse en la aplicación del IoT en sistemas fotovoltaicos y el monitoreo de los parámetros específicos mencionados anteriormente. Esta búsqueda amplia permitió recopilar varias publicaciones relacionadas con el tema.

En la segunda etapa, se aplicaron filtros para refinar los resultados y asegurar la inclusión solo de los artículos más relevantes. Se establecieron criterios estrictos que incluían la presencia de términos clave como "Internet de las Cosas", "microcontroladores" y "sistemas fotovoltaicos". Además, se consideró el requisito temporal para asegurarse de que los artículos seleccionados fueran contemporáneos y representativos de los desarrollos más actuales en el campo.

Una vez seleccionados los artículos pertinentes, se analizaron y valoraron de forma individual extrayendo datos cruciales sobre las implementaciones de IoT en sistemas fotovoltaicos, centrándose en los detalles técnicos, las metodologías utilizadas y los resultados obtenidos. Esta fase de análisis permitió identificar patrones, enfoques comunes y diferencias entre las distintas implementaciones.

En resumen, esta metodología rigurosa y estructurada permitió llevar a cabo una investigación sistemática sobre la aplicación del IoT en sistemas fotovoltaicos. Los resultados obtenidos en esta investigación tienen el potencial de proporcionar una visión profunda y actualizada de las tendencias y avances en esta área, contribuyendo así al crecimiento del conocimiento científico en el campo de la energía solar y la tecnología de IoT.

3. Resultados

Luego de completar la primera fase, que implicó la búsqueda de literatura en varias bases de datos pertinentes al tema de estudio, se avanzó a la segunda fase que consistió en la selección de artículos que cumplían con los criterios establecidos: IoT, sistemas

fotovoltaicos, microcontroladores, monitoreo y control (consultar Tabla 1). Como tercera etapa, se hizo un análisis detallado de los artículos seleccionados para producir una síntesis de cada uno de los proyectos.

Item	Fuente	Artículos encontrados	Artículos seleccionados	Artículos descartados
1	Scopus	21	16	5
2	Scielo Query	5	4	1
3	Google Académico	4	2	2
	Total	30	22	8

Tabla 1 – Resumen de artículos encontrados

Uno de los hallazgos destacados de este estudio fue la identificación de un grupo significativo de artículos que cumplían con los parámetros establecidos. De las 30 publicaciones iniciales, el 73.3 % demostraron ser implementaciones relevantes que abordaban la aplicación del IoT en sistemas fotovoltaicos para el monitoreo de parámetros específicos.

En la segunda etapa, tras completar la recopilación de información, se procedió al análisis de cada artículo relevante encontrado. A continuación, se presentan de manera concisa los resultados de estos análisis, junto con las apreciaciones correspondientes de cada artículo seleccionado.

1. Implementación del proceso de monitoreo y control en tiempo real, de un sistema de energía solar para la extracción de agua, usando un dispositivo de código abierto IoT cuya característica es la operación, desarrollo y gestión de esta instalación fotovoltaica, como protocolo de comunicación utiliza modbus RTU, un bus 485, el microcontrolador seleccionado es un Raspberry PI como puerta de enlace de datos, utiliza para el almacenamiento de datos un servidor Influx DB y Grafana como software de visualización de datos de código abierto, puede proporcionar la información en un archivo de excel (Gimeno-Sales et al., 2020).
2. Desarrollo de un algoritmo para el seguimiento de potencia máxima (MPPT) basado en el enjambre de partículas (PSO), la implementación es con un convertidor DC-DC que fue modificado para ser utilizado como una interfaz entre la carga del sistema fotovoltaico y con la ayuda de PSO-IoT usando un microcontrolador Arduino y la interfaz bluetooth, el cual proporciona monitoreo y una comparación de rendimiento para comprobar la efectividad del algoritmo MPPT sobre las técnicas como perturbación y observación (PSO)(Priyadarshi et al., 2020).
3. Aplicación de IoT en la realización de un prototipo para el monitoreo continuo y detección de fallas en un sistema fotovoltaico independiente (SAPVS), la misma que es una aplicación web, los factores a medir son voltaje y corriente entregados por el SAPVS, temperatura del ambiente y radiación solar. Los datos recopilados experimentalmente han ayudado significativamente a detectar e identificar posibles fallas basadas en la potencia de salida, también puede notificar a través

de una página web en tiempo real el estado de funcionamiento del sistema, al tener un desempeño adecuado se podría considerar que su implementación sería rentable y con bajo nivel de dificultad al momento de implementar (Mellit et al., 2020).

4. El sistema de monitoreo emplea mediciones en tiempo real para exhibir información como energía, corriente, voltaje, temperatura y gráficos de intensidad lumínica. También facilita el seguimiento y la revisión del historial de datos almacenados en la base. La tarea de diseño se ha dividido en dos categorías principales: hardware y software. En el ámbito del hardware, se incluye la creación de componentes esenciales como la unidad de fuente de energía, control y sensor. Por otro lado, en el ámbito del software, se incorpora,una transferencia de datos a una página web privada y su visualización en un panel de Grafana a través del uso del internet (Anang Othman et al., 2021).
5. Sistema implementado para el monitoreo de la potencia máxima de un sistema fotovoltaico, el cual previamente fue simulado en simulink de Matlab, para ser implementado con el uso de un microcontrolador Arduino, controla la corriente de carga, corriente de salida, voltaje de carga, potencia en el punto máximo (MPPT). El sistema es ideal para implementar en plantas fotovoltaicas instaladas en sitios remotos. Al tener la información de las variables eléctricas indicadas en tiempo real puede incrementar los algoritmos de predicción y diagnóstico (Rouibah et al., 2021).
6. Sistema inteligente de control de un sistema fotovoltaico basado en IoT y microcontrolador Arduino Uno basado en la medición del punto máximo de potencia (MPPT), con lo que se mejora el tiempo de respuesta, la precisión y eficiencia. Diseñado con la aplicación de método básico de seguimiento de puntos de máximos de potencia de conductancia incremental (IC). Las magnitudes eléctricas características (voltaje, corriente, potencia) se monitorizan con los respectivos sensores, así como generar correos electrónicos con alertas, disminuyendo la mano de obra para el sistema en estudio (Katyal et al., 2021).
7. Implementación de un sistema seguidor de sol de dos ejes de paneles fotovoltaicos con el uso de un microcontrolador Arduino, posicionamiento global (GPS), uso de una resistencia dependiente de luz (LDR) para producir la rotación de los ejes en función de la trayectoria solar diaria. Comparación del rendimiento del sistema ante un sistema fotovoltaico fijo (Gbadamosi, 2021).
8. Sistema de monitoreo fotovoltaico conectado a la red utilizando tecnología IoT de bajo costo para ello utiliza una Raspberry, sensor CT protocolo de comunicación MQTT, usa para la base de datos SQLite para bajar el grado de complejidad de la base de datos generada, para lo cual realiza un estudio en un sistema fotovoltaico de 3,6 Kwp, el sistema propuesto es aplicable a los sistemas fotovoltaicos residenciales de una área urbana (Prasetyo, 2021).
9. Se propone un sistema híbrido conectado al sistema de control de red para abordar problemas de fallos en aplicaciones fotovoltaicas. El sistema detecta y supervisa automáticamente fallos y utiliza un medidor de energía inteligente basado en IoT con el protocolo LoraWan para medir y enviar datos sobre el consumo de energía en tiempo real. Estos datos se utilizan para el monitoreo y facturación detallada del uso eléctrico. El sistema también incluye un algoritmo de recopilación de datos de sensores y pruebas de confiabilidad, simplicidad,

funcionalidad y costos. La comunicación con el operador se realiza a través de dispositivos móviles y computadoras portátiles (Jabbar et al., 2022).

10. Durante las últimas décadas, se ha investigado en el campo de la energía solar sin lograr desplazar la producción energética utilizando tecnologías basadas en celdas de silicio cristalino, cuya eficiencia ha alcanzado un valor aproximado del 26.1%. Para abordar esta problemática, plantea emplear aplicaciones vinculadas al IoT, con el objetivo de comparar el rendimiento de paneles fotovoltaicos en dos configuraciones: seguimiento solar fijo y seguimiento solar de doble eje. Esta comparativa permitió identificar las mejoras relacionadas con el desempeño en la producción de energía eléctrica a partir de la incidencia solar, este estudio se realizó en Ecuador, en la provincia de Manabí, ciudad de Manta, donde implementaron un sistema de monitoreo basado en los microcontroladores Raspberry Pi y Arduino. Estos dispositivos permiten realizar mediciones periódicas cada minuto, registrando datos como radiación solar, intensidad de luz, temperatura, corriente de cortocircuito y voltaje de circuito abierto. A partir del análisis de estos datos, determinaron que el generador de energía fotovoltaica con seguimiento solar de doble eje, generó un 19,62% más de energía en comparación con el sistema fotovoltaico estático, exploró la posibilidad de mejorar la generación de energía solar a través de la implementación de tecnologías IoT y la comparación de diferentes configuraciones de paneles fotovoltaicos. Los resultados obtenidos demostraron el impacto positivo del seguimiento solar de doble eje en la eficiencia de generación de energía fotovoltaica (Ponce-Jara et al., 2022).
11. Involucra la utilización del microcontrolador Arduino Uno, encargado de la interconexión con diversos dispositivos y sensores de medición. Estos componentes son responsables de captar magnitudes físicas como voltaje y corriente, permitiendo así un análisis pormenorizado del consumo de energía eléctrica. Los datos adquiridos se almacenan en la nube a través de la aplicación de tecnologías inalámbricas como wifi, que funcionan como una plataforma de almacenamiento. Posteriormente, esta información puede ser sometida a un análisis detallado empleando herramientas de carácter probabilístico (Muthamizhan et al., 2022).
12. Indica que las fuentes de energía renovable representan en la actualidad una solución excepcional para abordar la brecha en el suministro energético. La energía solar, al ser ampliamente disponible y no limitada geográficamente como otros recursos, aporta beneficios significativos a todas las formas de energía renovable. Mediante el uso del IoT, se identifica y controla objetos de manera remota mediante una infraestructura de red sólida, lo que brindó oportunidades para una integración más estrecha entre objetos físicos y sistemas computacionales. La aplicación de soluciones IoT para el monitoreo y control de plantas fotovoltaicas le permitió obtener una interfaz hombre-máquina (HMI) que proporciona información en tiempo real del desempeño de un sistema fotovoltaico. Además, esta tecnología hace uso de redes inalámbricas, lo que añade flexibilidad y versatilidad al proceso de supervisión y control (Gochhait et al., 2022).
13. Plantea la Implementación de un sistema de monitorización de voltaje, corriente, temperatura y movimiento con un microcontrolador Arduino y el uso de *ESPCAM* 32 para integrarlo con IoT, desempeña un monitoreo de forma

remota y determinar con premura fallas en el sistema, contribuyendo a mejorar en gran medida la eficiencia y la fiabilidad al monitoriza y gestiona las plantas de energía solar. Combina diferentes sensores, como sensores de voltaje, corriente, temperatura y movimiento, recopilar datos en tiempo real y tiene la capacidad de realizar ajustes y mantenimiento de manera proactiva, tienen el potencial de incrementar sustancialmente tanto la eficiencia como la confiabilidad de los sistemas de energía renovable en el sector eléctrico (Bhujbal & Unde, 2022).

14. Se enfoca en la utilización de sistemas de energía solar fotovoltaica en tiempo real a través del (IoT). Propone un sistema de conversión de corriente continua a corriente alterna con capacidad de seguimiento de la máxima potencia, con el fin de monitorear los sistemas fotovoltaicos y transformar su energía en corriente alterna para cubrir las necesidades de carga de Corriente Alterna (Vanaja & Stonier, 2022).

    Hace uso de la plataforma *thinkSpeak* que tiene como característica ser de código abierto, para monitorear la conversión del voltaje DC generado por una planta fotovoltaica y voltaje de alterna, midiendo los parámetros como son voltaje, corriente y temperatura en tiempo real (Vanaja & Stonier, 2022).
15. Este artículo aborda la estructura y las mejoras de un sistema de carga de baterías mediante energía renovable que es controlado por un microcontrolador. Este sistema incorpora diversos parámetros como voltaje, corriente y máxima capacidad de rastreo de puntos de potencia (MPPT), así como el microcontrolador Arduino Uno, utilizado para la programación y operación, incluye una pantalla de cristal líquido (LCD)y un módulo Wi-Fi, que facilita la visualización y carga de datos respectivamente, así como un seguimiento del desempeño óptimo de la carga de la batería, garantizando un mantenimiento adecuado y oportuno (Sharma & Chauhan, 2022).
16. Propone un convertidor de corriente continua a continua (convertidor de impulsos) lo que ayuda a maximizar la salida de voltaje y potencia del sistema fotovoltaico. El Algoritmo fue implementado para maximizar el seguimiento máximo del punto de potencia. Uso de sensores interconectados al microcontrolador empleados para el monitoreo continuo de las variables e identificar las fallas en el sistema. Usa un enfoque exógeno autorregresivo no lineal difuso con lo que se puede clasificar las fallas de manera eficiente con lo que se evita que el sistema se abra continuamente. El sistema de monitoreo de falla del panel solar permite un desempeño óptimo al medir con un Arduino uno, indicando que la implementación es muy notoria y eficiente (Shakya S., 2023).
17. Desarrollo de un sistema fotovoltaico (FV) constituido por un sistema fotovoltaico que genera 1.35 Kwp conectado directamente a la red definido como microgeneración, se caracteriza por ser una solución de bajo costo, *open source* basado en el microcontrolador ESP32, que envía los datos al *cloud*, logrando un acceso de forma y, en tiempo real a parámetros destacables como voltaje, corriente de funcionamiento principalmente, estos datos al ser comparados con un medidor patrón se determinaron que existía un error menor al 1 %, con este error concluyeron que se podría utilizar sin ningún problema este dispositivo en futuros proyectos de FV (dos Santos et al., 2022).

4. Discusión

Tras llevar a cabo la búsqueda en revistas científicas, las mismas utilizadas en la investigación de la integración del IoT y microcontroladores para mejorar el rendimiento de sistemas fotovoltaicos, no se han podido encontrar pares de análisis similares. Esto dificulta la posibilidad de comparar y determinar qué cambios se han producido con respecto al mejoramiento tanto en eficiencia como en monitoreo y control de sistemas fotovoltaicos.

Es crucial destacar que el IoT en conjunto con microcontroladores mejoran el desempeño de los sistemas fotovoltaicos que constituye un campo relativamente novedoso y en constante evolución. La ausencia de estudios previos similares dificulta la realización de comparaciones significativas, así como la evaluación del progreso y los cambios acontecidos en términos de eficiencia, monitoreo y control.

Esta situación se debe, en parte, al constante desarrollo del campo de la tecnología fotovoltaica y la IoT. Esto implica que las soluciones y enfoques técnicos están en constante evolución. Comprender que la falta de estudios similares puede atribuirse a la rapidez con la que las tecnologías avanzan es esencial, ya que esto hace que la literatura existente se quede atrás en términos de actualización.

La carencia de estudios comparativos puede ser interpretada como una oportunidad para la presente investigación. Al carecer de una base sólida de comparación, este artículo de investigación podría tener un impacto significativo al llenar este vacío de conocimiento y proporcionar una visión más clara de los beneficios y desafíos de la integración del IoT y microcontroladores en sistemas fotovoltaicos.

En resumen, el reconocimiento de la ausencia de estudios comparables en la literatura científica señala la originalidad y la posibilidad de aportar al conocimiento en el ámbito de las aplicaciones de IoT en sistemas de energía renovable. Esto subraya la relevancia de este trabajo y su capacidad para influir en la comprensión y el perfeccionamiento de los sistemas fotovoltaicos mediante tecnologías innovadoras.

5. Conclusiones

El uso del IoT en dispositivos de monitoreo y control en proyectos que aprovechan energías renovables, especialmente en sistemas fotovoltaicos, ha abierto nuevas perspectivas en cuanto a la supervisión y gestión eficiente de estos sistemas.

La implementación exitosa de sistemas fotovoltaicos a gran escala requiere una supervisión avanzada basada en la planta y una interfaz visual accesible a través de la web. Dado que a menudo estos se ubican en lugares de difícil acceso, la auto-supervisión directa en áreas específicas resulta impracticable. En estas circunstancias, la utilización de dispositivos habilitados para Internet de las Cosas (IoT) surge como una solución viable para establecer sistemas de control.

El sistema microprocesado más utilizados es el Arduino Uno, debido a que es una plataforma, ya estructurada, *open source,* no requiere de licencias para su implementación

en *hardware* y en *software*, al ser un sistema en bloques de conexión puede operar con diferentes protocolos de comunicación inalámbrica con cambiar el módulo respectivo, al igual que la programación, su tamaño pequeño, tiene bajo consumo energético con altas prestaciones.

Se identificó que usan las cualidades del internet de las cosas para almacenar la información recopilada en tiempo real y cualquier usuario puede tener acceso a la misma información con las credenciales y permisos respectivos.

La implementación del bombeo de agua, aprovechando la energía fotovoltaica y la capacidad de monitoreo y seguimiento en tiempo real, utilizando un dispositivo de código abierto IoT junto con el protocolo de comunicación Modbus RTU y un bus 485, ha demostrado ser una solución altamente efectiva y versátil. La elección del Raspberry Pi como microcontrolador para actuar como puerta de enlace de datos ha facilitado una integración fluida y confiable de todos los componentes, destacando la eficiencia y fiabilidad de esta solución

El estudio llevado a cabo por Ponce-Jara et al. (2022) resalta la capacidad de las tecnologías IoT y el seguimiento solar de doble eje en generadores fotovoltaicos para elevar considerablemente la eficiencia en la generación de energía solar. Este enfoque demostró un incremento notable del 19,62% en comparación con sistemas estáticos. Estos resultados subrayan el potencial prometedor de las innovaciones tecnológicas con la aplicación de IoY para potenciar la generación de energía solar.

La introducción de un sistema de supervisión inteligente que emplea IoT y un microcontrolador como el Arduino Uno, ha evidenciado ser una táctica eficaz para mejorar la eficiencia y exactitud de un sistema de energía solar fotovoltaica. Esto se logra al aplicar la técnica de seguimiento de puntos de máxima potencia. Asimismo, este enfoque simplifica la tarea de monitorear variables eléctricas y enviar notificaciones a través de medios digitales o aplicaciones, reduciendo la carga de trabajo.

Referencias

Álvarez Mullo, D. A. (2023). *Analítica de datos estáticos y dinámicos de un sistema fotovoltaico aislado utilizando firebase y herramientas de la suite google*. [masterThesis, Quito : EPN, 2023.]. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/24773

Anang Othman, N. A. B., Zolkapli, M., Hairuddin, M. A., Hassan, H., Manut, A., Zoolfakar, A. S., & Abdullah, N. E. (2021). The Development of IoT-based Solar Battery Monitoring System. *Proceedings - 2021 IEEE Regional Symposium on Micro and Nanoelectronics, RSM 2021*, 34-37. https://doi.org/10.1109/RSM52397.2021.9511610

Bhujbal, M. D., & Unde, M. G. (2022). Real Time Monitoring and Security of Solar Power Plant Using IoT. *Proceedings - 3rd IEEE India Council International Subsections Conference: Impactful Innovations for Benefits of Society and Industry, INDISCON 2022*. https://doi.org/10.1109/INDISCON54605.2022.9862817

dos Santos, T. A., Gomes de Freitas, F., Carvalho Gonçalves, D. L., Fernández- Ramírez, L. M., dos Santos, T. A., Gomes de Freitas, F., Carvalho Gonçalves, D. L., & Fernández- Ramírez, L. M. (2022). DISEÑO IOT Y VALIDACIÓN DE SISTEMA DE MEDIDA PARA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, *28*, 44-52. https://doi.org/10.17163/ings.n28.2022.04

Garcia Blanco, A. (2023). *Desarrollo y estudio del rendimiento de un seguidor solar astronómico integrado en IoT* [bachelorThesis]. https://dehesa.unex.es:8443/handle/10662/16877

Gbadamosi, S. L. (2021). Design and implementation of IoT-based dual-axis solar PV tracking system [Projekt i wdrożenie opartego na IoT dwuosiowego systemu śledzenia fotowoltaiki słonecznej]. *Przeglad Elektrotechniczny*, *97*(12), 57-62. https://doi.org/10.15199/48.2021.12.09

Gimeno-Sales, F. J., Orts-Grau, S., Escribá-Aparisi, A., González-Altozano, P., Balbastre-Peralta, I., Martínez-Márquez, C. I., Gasque, M., & Seguí-Chilet, S. (2020). Pv monitoring system for a water pumping scheme with a lithium-ion battery using free open-source software and iot technologies. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(24), 1-28. https://doi.org/10.3390/su122410651

Gochhait, S., Patil, H., Hasarmani, T., Patin, V., & Maslova, O. (2022). Automated Solar Plant using IoT Technology. *Proceedings, International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering, ICECIE*, *2022-November*. https://doi.org/10.1109/ICECIE55199.2022.10000287

Jabbar, W. A., Annathurai, S., A. Rahim, T. A., & Mohd Fauzi, M. F. (2022). Smart energy meter based on a long-range wide-area network for a stand-alone photovoltaic system. *Expert Systems with Applications*, *197*. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116703

Katyal, A., Pathak, D., & Gaur, P. (2021). An IoT based Real-Time detection and Notification System for an Economical Solar MPPT Model. *ICIERA 2021 - 1st International Conference on Industrial Electronics Research and Applications, Proceedings*. https://doi.org/10.1109/ICIERA53202.2021.9726727

Mellit, A., Hamied, A., Lughi, V., & Pavan, A. M. (2020). A Low-Cost Monitoring and Fault Detection System for Stand-Alone Photovoltaic Systems Using IoT Technique. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, *604*, 349-358. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37161-6_26

Muthamizhan, T., Janarthanan, M., Nalin, P., Nirmal, M., Rajarajan, R., & Gokulakrishnan, D. (2022). Iot Based Solar Energy Monitoring System. *2022 1st International Conference on Computer, Power and Communications, ICCPC 2022 - Proceedings*, 612-616. https://doi.org/10.1109/ICCPC55978.2022.10072032

Ponce-Jara, M. A., Velásquez-Figueroa, C., Reyes-Mero, M., & Rus-Casas, C. (2022). Performance Comparison between Fixed and Dual-Axis Sun-Tracking Photovoltaic Panels with an IoT Monitoring System in the Coastal Region of Ecuador. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(3). https://doi.org/10.3390/su14031696

Prasetyo, H. (2021). On-grid photovoltaic system power monitoring based on open source and low-cost internet of things platform. *Evergreen*, *8*(1), 98-106. https://doi.org/10.5109/4372265

Priyadarshi, N., Padmanaban, S., Holm-Nielsen, J. B., Bhaskar, M. S., & Azam, F. (2020). Internet of things augmented a novel PSO-employed modified zeta converter-based photovoltaic maximum power tracking system: Hardware realisation. *IET Power Electronics*, *13*(13), 2775-2781. https://doi.org/10.1049/iet-pel.2019.1121

Rouibah, N., Barazane, L., Benghanem, M., & Mellit, A. (2021). IoT-based low-cost prototype for online monitoring of maximum output power of domestic photovoltaic systems. *ETRI Journal*, *43*(3), 459-470. https://doi.org/10.4218/etrij.2019-0537

Shakya S., H. W., Balas V. E. (Ed.). (2023). 3rd International Conference on Sustainable Expert Systems, ICSES 2022. *Lecture Notes in Networks and Systems*, *587*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85149623630&partnerID=40&md5=da795878fcd9708d05ef4ea0eee5488a

Sharma, M., & Chauhan, A. (2022). Solar-Powered Portable Charger Using IoT-Based Technique. *EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*, 179-188. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71485-7_11

Vanaja, D. S., & Stonier, A. A. (2022). A Real-Time Implementation of Performance Monitoring in Solar Photovoltaics Using Internet of Things. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, *822*, 91-101. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7664-2_8

Vega-Carranza, K., Piedra-Segura, J. F., Richmond-Navarro, G., Vega-Carranza, K., Piedra-Segura, J. F., & Richmond-Navarro, G. (2019). Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos mediante una interfaz gráfica. *Revista Tecnología en Marcha*, *32*(3), 66-78. https://doi.org/10.18845/tm.v32i2.4350

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 18/09/2023
Aceitação/Acceptance: 08/11/2023

La evolución de las aulas híbridas a partir de la Pandemia Covid-19

Flavio Hiram López-Ramírez[1], Hilda Beatriz Ramírez Moreno[2], Margarita Ramírez Ramírez[3]

flavio.lopez35@uabc.mx; ramirezmb@uabc.edu.mx; maguiram@uabc.edu.mx

[1] Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana B.C., México.

[2] Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana B.C., México.

[3] Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana B.C., México.

Pages: 554-563

Resumen: El propósito de este artículo muestra de cómo a raíz de la pandemia Covid-19, el proceso de enseñanza aprendizaje fue forzado a pasar de la impartición de clases en un aula tradicional, a un aula híbrida, apoyado mediante la introducción de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's). Por lo que se realizaron búsquedas en documentos científicos y trabajos de investigación publicados, llegando a la conclusión de que la pandemia catalizó la necesidad e implementación de aulas híbridas en las instituciones educativas para seguir con el desarrollo de sus planes de estudio, transformación que fueron posibles gracias a la integración de las TICs al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras-clave: Aula híbrida, educación híbrida, clase a distancia.

The evolution of the hybrid classroms from the covid-19 pandemic

Abstract: The purpose of this article is to show how, from the Covid-19 pandemic, the teaching/ learning process was forced from the traditional classroom to a hybrid classroom, supported by the introduction of information and communication technologies (ICTs). Creating searches in published scientific and investigation documents, arriving at the conclusion that the pandemic catalyzed the need and use of the hybrid classrooms in the educational institutions to continue with the advancement of the study plans, transformations that were made possible thanks to the integration of the ICTs to the teaching/learning process.

Keywords: Hybrid classroom, Hybrid education, Remote class.

1. Introducción

La contingencia sanitaria causada por COVID-19, declarada por la OMS el 5 de enero como una enfermedad producida por un nuevo virus, y que el 3 de febrero del 2020 se publicó el plan estratégico de preparación y respuesta, en el cual se incluían la restricción

de la movilidad de las personas (Ruz 2020), con lo que se provocó la suspensión a nivel mundial de todas las actividades no esenciales, como sociales, de entretenimiento, religiosas, laborales, y educativas lo que impidió la impartición de clases presenciales, las cuales se reanudaron hasta Octubre del 2021, y se vieron afectadas por las reglas de una nueva normalidad que nos exige el poder impartir clases en aulas híbridas, por lo que resulto imperante adecuar la infraestructura y sistemas con que contaban los planteles educativos para incorporar una nueva opción de impartición de clases a distancia.

En ese momento no se encontraban adaptadas las aulas, talleres, espacios comunitarios, entre otros, así como no se encontraban capacitados los docentes en competencias digitales requeridas para brindar de manera integral el requerimiento del poder impartir clases tradicionales en aulas híbridas.

2. Problemática

Se busca combatir el rezago educativo e incluso abandono escolar dentro de alumnos sin posibilidad de acudir a las aulas a tomar clases, que según INEGI (2020) en el ciclo escolar 2019-2020 a nivel nacional, hubo una deserción escolar de más de 87,000 alumnos por el motivo asociado a la pandemia de que la escuela cerro definitivamente y para el 2020-2021 los motivos de no inscribirse al ciclo escolar por la misma causa fueron de 443,900. Por su parte el Economista (2021) interpretando la estadística de la SEP nos indica que en México del ciclo 2020-2021 al 2021-2022 hubo una disminución de 656,000 alumnos en nivel primaria.

Debido a esto es necesario abordar el problema con la adecuación de infraestructura en los planteles, equipamiento de aulas de clases y capacitación docente en competencias digitales que le permita impartir clases híbridas. Así evitar que los docentes se retrasen en el avance del contenido temático del ciclo escolar, y dando la oportunidad a los alumnos mediante las tecnologías adecuadas a seguir cursando con normalidad sus clases incluso cuando no cuenten con la posibilidad de transportarse a su centro educativo.

El desarrollo del articulo centra su atención en los alumnos del Colegio Loreto, teniendo como antecedente la pandemia y la nueva normalidad que nos dejó desde principios del 2020, con la finalidad de contar con infraestructura para impartir clases híbridas en la institución.

3. Justificación

En resultado de lo experimentado con la pandemia de Covid19 que paralizo a la sociedad en la mayoría de sus actividades cotidianas, y en el sector educativo que fue la excepción, quedó la evidencia de la falta de planeación que permita a los administradores, personal de TI, docentes y alumnos, implementar o transformar un aula tradicional a un aula híbrida, y así poder afrentar una situación extraordinaria como la que hemos experimentado en los últimos tres años a nivel mundial, en que nos encontrábamos en la imposibilidad de asistir a impartir o tomar clases presenciales.

Dicha implementación debe contemplar primeramente la identificación de los aspectos generales de que se necesitan como utilizar, acondicionar o adaptar en un aula para

brindar a los alumnos la modalidad de clases sincrónicas a distancia, seguido de un plan de acción para cada aspecto general a fin de ayudarlo a lograr la meta y objetivo de este.

Al tener una certidumbre que nos permitirá evitar errores por factores que posiblemente no se hayan tenido en cuenta, que nos ayude a abordar la nueva normalidad a las instituciones de educativas con cuatro retos que deberán enfrentan con la nueva normalidad: "(1) aprender a educar a distancia, (2) generar nuevas prácticas educativas, (3) incorporar tecnología digital al quehacer educativo y, (4) mantener conectividad permanente." (Gallegos, 2021).

4. Revisión de Literatura

A continuación, se definen conceptos de relevancia en el tema de aulas híbridas, así como elementos que interactúan con la misma o con el proceso de enseñanza aprendizaje.

El Proceso Enseñanza – Aprendizaje

El proceso enseñanza – aprendizaje se da de manera natural en todos los ámbitos de nuestra vida, en donde la interacción entre docente y alumno, aunado al contenido y las variables ambientales dan como resultado la transmisión de nuevos conocimientos al alumno el cual es guiado por el docente, como nos dice Escobar Medina (2015) "es un proceso social pues tanto el alumno como el docente actúan conforme a su entorno en el que se desarrollan" y que en palabras de Abreu Alvarado (2018) "conforma una unidad que tiene como propósito y fin contribuir a la formación integral de la personalidad del futuro profesional, aunque lo sigue dirigiendo el docente, para favorecer el aprendizaje".

Alumno: En un término muy tradicional es "un sujeto activo cuyo desempeño y aprendizaje escolar pueden ser arreglados desde el exterior siempre y cuando se realicen los ajustes necesarios" (Guerrero Barrios & Faro Resendiz, 2012), también podemos encontrar que un Alumno es la persona matriculada en cualquier grado de las diversas modalidades (SEP) y en una definición más contemporánea sobre el concepto de alumno podemos referirnos a que es "una persona que recibe una enseñanza para prepararle a la siguiente etapa, además de sentar las bases de sus patrones de comportamiento social y desde luego cívico" (Toledo Lara, 2017), y de acuerdo con (Baeza Correa, 2002) ser un alumno "Implica poseer un conjunto de saberes que posibilitan desenvolverse correctamente en la vivencia escolar cotidiana, saberes que se transmiten informalmente de persona a persona y que, una vez llegados a uno, adquieren un sentido subjetivo propio", teniendo en base las afirmaciones anteriores podemos considerar al alumno como el individuo que recibe una enseñanza o adquiere nuevo conocimiento de parte de un docente.

Clase: Una clase es un conjunto de alumnos, a los cuales se les impartirán temas relacionados a una asignatura, con el propósito que adquieran el conocimiento previamente pronosticado y así cumplir con el objetivo del proceso enseñanza - aprendizaje que es el que los alumnos lleven a cabo la adquisición de nuevos conocimientos logrando así su desarrollo integral, esto debido a que según el Glosario de Educación Superior de la (SEP) una clase es el "Conjunto de alumnos que reciben enseñanza de un mismo grado o de una misma asignatura. También, lección que da el maestro a sus discípulos cada día" y reforzando esto nos encontramos con lo referido por Mena Pérez (2012) donde nos comenta que una clase es:

> *"unidad funcional del proceso docente educativo (PDE), en ella se integran todos los componentes de este, se tratan los contenidos en toda su amplitud y complejidad a partir de una correcta selección del método de enseñanza, se vencen los objetivos y metas propuestas, provocando la transformación integral pronosticada en el alumno".*

Una vez teniendo definido lo que es y representa una clase tradicional, podemos pasar a los segmentos o categorías que podemos encontrar de clase en el contexto virtual, la cual son: "Las experiencias en instituciones de educación formal y no formal que incoporaron soportes informáticos" (Aberdi, 2010) trambien las enconramos como: "la estrategia de continuidad pedagógica a través de medios digitales" (Álvarez , et al. 2020) las cuales pueden ser divididas en dos:

Clase sincrónica y asíncrona: Las cuales la primera nos hace referencia donde el alumno lleva la impartición de los temas conectado en línea con el docente y sus demás compañeros, permitiendo así la comunicación y retroalimentación en tiempo real entre docente y alumnos por lo que toda la clase avanza de manera uniforme, y en la segunda la clase asíncrona es donde el alumno puede tomar la clase a la hora que el desee sin la necesidad que el docente o sus compañeros se encuentren conectados, principalmente se basan en clases grabadas, videos en internet, y actividades que son subidas por el docente, con el inconveniente de que en caso que el alumno tenga alguna duda o pregunta sobre el tema, no podrá tener retroalimentación de manera inmediata, con lo que cada alumno tiene la posibilidad de avanzar a su propio paso. Con lo que podemos definir que la principal diferenciación es que en la primera el alumno puede llevar una interacción en vivo (conectado) con el docente y sus compañeros, mientras que el asíncrono se da desconectada (Delgado, 2020) otra definición se define a la clase sincrónica como "tanto el/la docente como los alumnos se conectan a un espacio común virtual al mismo tiempo. A diferencia de una clase asincrónica -donde el contenido en la plataforma puede ser consultado en cualquier momento e incluso más de una vez", como lo podemos observar en la ilustración 1.

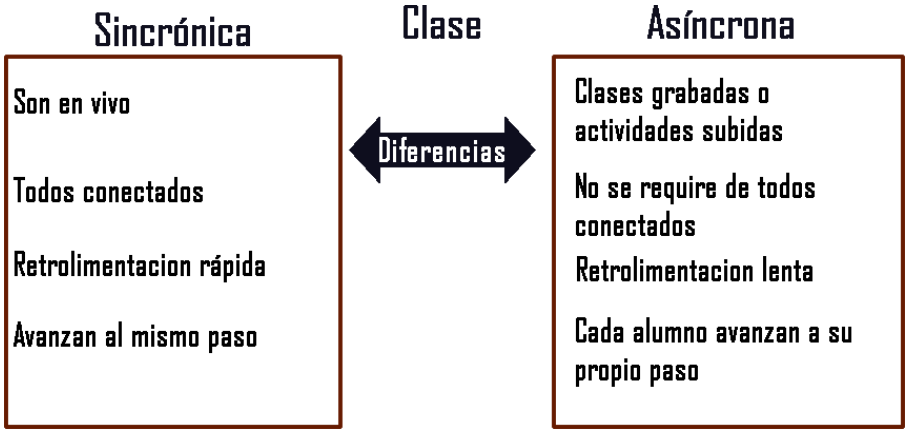


Ilustración 1 – Cuadro comparativo de Clase Sincrónica y Clase Asíncrona. Elaboración propia.

Educación Formal es la que tradicionalmente se ha empleado en todos los centros educativos, donde los alumnos se tiene que trasladar de su casa al aula que se encuentra en el centro educativo donde los docentes imparten las clases o asignaturas que están cursando, y que en términos de la (SEP), se caracteriza en que los estudiantes de un grupo o clase acuden diariamente al centro educativo para llevar una clase dirigida por el docente, otro concepto es "aquella que concluye con titulaciones reconocidas y otorgadas según las leyes educativas promulgadas por los Estados[…] Es pues la propia de los sistemas educativos reglados jurídicamente por el Estado y en consecuencia la que mayoritariamente se imparte en centros o instituciones docentes" (Colom Cañellas, 2005).

Docente es el encargado de hacer funcionar el proceso de enseñanza-aprendizaje dando como resultado que el alumno adquiera los conocimientos previamente establecidos para la asignatura que se imparte. Como se nos refiere que un Docente es el Académico cuya función es el ejercicio de la docencia o conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje (SEP) y con un concepto relacionado a la incorporación de las TIC's en el proceso de enseñanza-aprendizaje podemos mencionar que en palabras de Sandoval (2020) "el nuevo rol docente, es poder articular las herramientas TIC que hay en su contexto educativo para poder generar nuevos procesos disruptivos en el aprendizaje, los cuales sean significativos para los estudiantes".

Informática Educativa es la incorporación o el aporte que los docentes con conocimiento de las TIC's han realizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que con estas se dan un nuevo tipo de interacción con los alumnos al implementar hardware (HW) y software (SW) para la impartición de clases, realizar actividades e incluso aplicar evaluaciones de los temas vistos en clase; Todas estas pudiendo ser sincrónicas o asíncronas. Partiendo del concepto que la informática educativa es la "Disciplina que organiza el proceso educativo tomando en cuenta las posibilidades que brindan hardware y software al aprendizaje"; "Esta promueve un aprendizaje apoyado en plataformas digitales, herramientas informáticas a medida, autoaprendizaje en red con hipertextos, múltiples interacciones; multimedia, y evaluaciones informáticas estandarizadas, y a la vez cambia el rol del docente y sus actividades en el aula" (Rama, 2021), con lo que se puede definir como la relación que guardan las Tecnologías de información y Comunicación (TICs) respecto al apoyo brindado para el proceso de enseñanza ya que "esta diciplina estudia el uso, efectos y consecuencias de las tecnologías de la información y el proceso educativo (EcuRed contributors, 2019).

Las TIC's en la educación tienen la posibilidad de cambiar el rol de los docentes, estudiantes y forma de impartir una clase (Prince Torres, 2021), "La tecnología permite entablar diálogos a distancia, tanto individuales como colectivos".

Competencias Digitales su desarrollo da como resultado el uso correcto de las TIC's en la educación ya que permiten al docente, mediante su capacitación, la integración de tecnologías digitales en el aula que le posibilite impartir clase, realizar actividades, o incluso llevar a cabo evaluaciones a los alumnos, por lo que se puede concluir que las competencias digitales son las habilidades y capacidades para una mejor aplicación de las TIC's (Zavala et al., 2016). Para UNESCO (2018), las competencias digitales reflejan las habilidades y uso de dispositivos y aplicaciones digitales.

Dispositivo Tecnológico de Información (DT) son los utilizados por el docente para realizar sus actividades relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia sus alumnos con el principal objetivo de aumentar la capacidad de, o facilitar, la adquisición del nuevo conocimiento; los cuales se pueden definir como objetos tangibles o intangibles que satisfaces necesidades virtuales o físicas a través de la tecnología (Ruano et al., 2016), de igual manera se plantean que "puede entenderse un objeto o sistema que aúna ciencia y tecnología, y es utilizado por el hombre para mejorar su calidad de vida y el funcionamiento de la sociedad en que vive" (Fernández-González & Torres-Gil, 2014). En la actualidad gran parte de los DT que se usan para la enseñanza, tiene conectividad a Internet, sumando todas las características y posibilidades que las TIC's proporcionan al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Internet es la capacidad que docente y alumnos por medio de los DT y de las TIC's tienen para consultar, difundir y utilizar información, recursos, según (Flores-Cueto et al., 2020) es la capacidad de "difusión y empleo global de las redes de información y comunicaciones", en términos de (Alcalá Casillas, 2019) es la capacidad de cualquier sujeto acceder a la red para intercambiar información.

Aula Híbrida

Un Aula es el salón dentro de la institución educativa donde tradicionalmente se imparte la clase a un grupo en el sentido más estricto es un "Salón donde se imparte alguna enseñanza; salón de clase" (DEM, s.f.), o con una visión más ampliada puede definirse en palabras de (Prince Torres, 2021) como el espacio donde se realiza la construcción del conocimiento, mediante la interacción humana. A diferencia una Aula Híbrida es un salón equipado con HW y SW con el principal objetivo de brindar clases presenciales y clases a distancia sincrónicas a los alumnos, dando la posibilidad a estos de elegir el donde tomaran su clase, no obligándolos, o limitándolos, a tener que trasladarse al aula; ya que es un "espacio donde se conjugan el uso de las tecnologías para la comunicación e información y el apersonamiento físico de los actores educativos" (Prince Torres, 2021) y como nos define (Viera, 2022) los principales objetivos de las aulas híbridas son los de permitir al alumno de asistir a su clase presencial o de permitirle tomarla por transmisión en directo. La implementación de las aulas híbridas es lo que hemos ido viendo en el último año, en centros educativos, es la adaptación de la enseñanza tradicional a un entorno virtual (NewTech, 2021).

Recursos Educativos Digitales (RED): Son todos los recursos digitales con que cuenta el docente para llevar a cabo el proceso educativo de enseñanza aprendizaje, que en palabras de (López, 2014) son los recursos en formato digital utilizados para fomentar o apoyar el proceso enseñanza aprendizaje, tales como: cursos, materiales, texto, multimedia, herramientas o aplicaciones, licencias de propiedad intelectual, etc., necesarios para impartir clases a distancia; Niño-Vega et al. (2019) nos definen a los RED como "los materiales digitales cuya función es educativa, ya que se enfocan al logro de un objetivo de aprendizaje y cuando su diseño responde a unas características didácticas apropiadas para el aprendizaje" y los cuales para que sean utilizados e integrados al proceso de enseñanza aprendizaje debemos llevar a cabo tanto en docentes como alumnos una labor de Alfabetización Digital.

Alfabetización Digital (AD) es el educar en las competencias necesarias para manejar los recursos que nos proveen las TIC's con el fin de utilizar la información digital; ya que la AD es "adquirir las capacidades en el manejo técnico de las distintas aplicaciones de las TIC" (Sunkel et al., 2013), o también podemos encontrar que la AD en palabras de García Ávila (2017) nos define que "la alfabetización digital promueve el desarrollo de habilidades necesarias para ser usuario de la información digital".

5. Concluciones

La pandemia declarada por la OMS desde enero de 2020 y que actualmente continua aunque con menos restricciones, sirvió como catalizadora de la necesidad de contar en los centros educativos con aulas hibridas, y que durante este periodo se han visto como se puede seguir llevando a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje a distancia, teniendo buenos resultados con los alumnos siempre y cuando se cumplan con los requerimientos de capacitar a docentes y alumnos en las competencias digitales requeridas para la utilización de SW y HW requerido para estas, así mismo contar con la infraestructura dentro del centro educativo para mantener una conexión estable de internet, y dispositivos tecnológicos para la impartición de clases sincrónicas a distancia. Garantizando con esto el no dejar en el desamparo a los alumnos que necesiten tomar clases desde sus casas o trabajos y/o no puedan trasladarse al centro educativo en el cual se encuentran inscritos.

Referencias

Aberdi, M.C.(2010). Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de Rosario, 311-330. http://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/11940

Abreu Alvarado, Y., Barrera Jiménez, A. D., Breijo Worosz, T., & Bonilla Vichot, I. (2018). El proceso de enseñanza-aprendizaje de los Estudios Lingüísticos: su impacto en la motivación hacia el estudio de la lengua. Mendive Revista de Educación, 610-623. http://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1462

Alcalá Casillas, M. (2019). Desigualdad en el acceso a internet en México y la afectación en el ejercicio del derecho humano a la información. Revista Nuevo Derecho, 15(24), 55-70. http://bibliotecadigital.iue.edu.co/bitstream/20.500.12717/2214/1/1122-Texto%20del%20art%c3%adculo-4458-1-10-20200908.pdf

Alvarez, Marisa et al. La docencia en el nivel de posgrado en el contexto de virtualización de emergencia. Aprendizajes y desafíos para el futuro en la experiencia de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Innovaciones Educativas [online]. 2020, vol.22, suppl.1, pp.171-187. ISSN 2215-4132. http://dx.doi.org/10.22458/ie.v22iespecial.3153.

Anáhuac. (2020). Comunicación digital, una poderosa herramienta. Red de Universidades Anáhuac. https://www.anahuac.mx/blog/comunicacion-digital-una-poderosa-herramienta#:~:text=La%20comunicaci%C3%B3n%20digital%2C%20a%20diferencia,alcance%20de%20una%20gran%20mayor%C3%ADa.

Baeza Correa, J. (2002). Ser Alumno La experiencia cotidiana del estudiante de Liceo de sector popular urbano. REVISTA CHILENA DE TEMAS SOCIOLÓGICOS, 108-132.

Colom Cañellas, A. J. (2005). CONTINUIDAD Y COMPLENTARIEDAD ENTRE LA EDUCACIÓN FORMAL Y NO FORMAL. Revista de Educación, 9-22. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/68740/00820073007041.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Delgado, P. (2020). Aprendizaje sincrónico y asíncrono: definición, ventajas y desventajas. Instituto para el Futuro de la Educación. https://observatorio.tec.mx/edu-news/aprendizaje-sincronico-y-asincronico-definicion

DEM. (s.f.). Diccionario del Español de México. Obtenido de https://dem.colmex.mx/Ver/aula

Economista. (2021). Ciclo escolar 2020-2021: 656,000 estudiantes de primaria menos. https://www.eleconomista.com.mx/politica/Ciclo-escolar-2020-2021-656000-estudiantes-de-primaria-menos-20210908-0061.html

EcuRed contributors. (9 de 10 de 2019). Informática Educativa. EcuRed.https://www.ecured.cu/index.php?title=Inform%C3%A1tica_Educativa&oldid=3443808

Escobar Medina, M. B. (2015). Influencia de la interacción alumno-docente en el proceso enseñanza-aprendizaje. Universidad de Guadalajara. http://www.udgvirtual.udg.mx/paakat/index.php/paakat/article/view/230/347

Fernández-González, M., & Torres-Gil, A. J. (2014). Los dispositivos tecnológicos cotidianos en libros de texto. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11(3), 290-302. Sistema de Información Científica Redalyc UAEM. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92031829004

Flores-Cueto, J. J., Hernández, R., & Garay-Argandoña, R. (2020). Tecnologías de información: Acceso a internet y brecha digital en Perú. Revista Venezolana de Gerencia, 25(90). Sistema de Información Científica Redalyc UAEM. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29063559007

Gallegos, Miguel. (2021). La nueva normalidad digital en la educación. La Vanguardia. https://www.lavanguardia.com/participacion/lectores-corresponsales/20210320/6601639/nueva-normalidad-digital-educacion.html#:~:text=La%20nueva%20normalidad%20no%20solo,donde%20las%20personas%20se%20desenvuelven.

García Ávila, S. (2017). Alfabetización Digital. Nuevos escenarios de la comunicación educativa, 21(3_98), 66-81. Razón y Palabra. https://www.revistarazonypalabra.org/index.php/ryp/article/view/1043/1030

Guerrero Barrios, J., & Faro Resendiz, M. T. (2012). Breve análisis del concepto de Educación Superior. Revista Alternativas en Psicología, 34-41.

INEGI. (2020). Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación (ECOVID-ED) 2020. https://www.inegi.org.mx/contenidos/investigacion/ecovided/2020/doc/ecovid_ed_2020_nota_tecnica.pdf

López, C. R. (2014). Las TICS en el aula de Tecnología. Guía para su aplicación a la metodología de proyectos. ADP Asociación para el desarrollo del Profesorado.

Mena Pérez, O. (noviembre de 2012). La clase: unidad funcional de un proceso integrador físico-educativo en la Educación Física escolar. https://www.efdeportes.com/efd174/la-clase-en-la-educacion-fisica-escolar.htm#:~:text=La%20clase%20constituye%20la%20unidad,y%20metas%20propuestas%2C%20provocando%20la

Muratalla-Cruz, Noemi. (2020). Modelo híbrido SEP: ¿Qué es y en qué consiste?. Loyalty Jurídico Educativo. https://loyalty.mx/modelo-hibrido-sep/

NewTech. (27 de 10 de 2021). ¿Qué son y cómo funcionan las Aulas Híbridas?. https://newtech.com.ar/que-son-y-como-funcionan-las-aulas-hibridas/

Niño-Vega, J. A., Fernández-Morales, F. H., & Enrique-Duarte, J. (2019). Diseño de un recurso educativo digital para fomentar el uso racional de la energía eléctrica en comunidades rurales. Universidad Libre Colombia, 256-272. doi:https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5889

Prince Torres, Á. C. (2021). Aulas híbridas: Escenarios para transformación educativa. PODIUM, 39. doi:https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.7

Rama, C. (2021). La nueva educación híbrida: En Cuadernos de Universidades. – No. 11 (2020). Ciudad de México: Unión de Universidades de América.

Rodríguez, E., Moreira N. y Hortegano, R. (2021). Enseñanza virtual en tiempos de emergencias: continuidades y transformaciones. Revista Iberoamericana de Educación, 86(2), 141-186 https://doi.org/10.35362/rie8624354

Ruano, L., Congote, E. L., & Torres, A. (2016). Comunicación e interacción por el uso de dispositivos tecnológicos y redes sociales virtuales en estudiantes universitarios. doi:DOI: 10.17013/risti.19.15–31

Ruz Saldívar Carlos, Maldonado Méndez Erika Verónica (2020). "COVID 19 y suspensión de actividades, el caso mexicano". Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (julio 2020). https://www.eumed.net/rev/cccss/2020/07/covid19-mexico.html

Sandoval, C. H. (2020). La Educación en Tiempo del Covid-19 Herramientas TIC: El Nuevo Rol Docente en el Fortalecimiento del Proceso Enseñanza Aprendizaje de las Prácticas Educativa Innovadoras. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 9(2), 24-31. doi:https://doi.org/10.37843/rted.v9i2.138

SEP. (s.f.). Glosario Educación Superior. Secretaría de Educación Pública. http://dsia.uv.mx/cuestionario911/material_apoyo/glosario%20911.pdf

Sunkel, G., Trucco, D., & Espejo, A. (2013). La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe Una mirada multidimensional. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Toledo Lara, G. E. (05 de 11 de 2017). ¿Alumno o estudiante? ¿Cuál es el término correcto?. Universidad Isabel I. https://www.ui1.es/blog-ui1/universidad-isabel-i-alumno-estudiante-termino-correcto

UNESCO. (2018). COMPETENCIAS PARA UN MUNDO CONECTADO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://es.unesco.org/sites/default/files/unesco-mlw2018-concept-note-es.pdf

Viera, I. (2022). Implementación de la Enseñanza Híbrida como Derivación del COVID-19. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 13(1), 5-10. doi:https://doi.org/10.37843/rted.v13i1.305

Zavala, D., Muñoz, K., & Lozano, E. (2016). Un enfoque de las competencias digitales de los docentes. Fundación DialNet. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5833540.pdf

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 26/09/2023
Aceitação/Acceptance: 20/11/2023

Desarrollo de "Machay": Un Videojuego de Misiones Espaciales en Unity con Metodología Árcade

Luis Aguas[1], Renato Toasa[2], Maryory Urdaneta[2], David Martinez[3], Lizbeth Suárez[4]

aguaszoft@Live.com; rtoasa@uisrael.edu.ec; murdaneta@uisrael.edu.ec; hector.martinezvi@ug.edu.ec; lizbeth.suarez@istvidanueva.edu.ec

[1] Universidad Americana de Europa

[2] Universidad Tecnologica Israel, Quito, Ecuador

[3]Universidad de Guayaqui, Guayaquil Ecuador

[4] Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva

Pages: 564-577

Resumen: El videojuego "Machay" es una emocionante aventura ambientada en una nave espacial, desarrollada en la plataforma Unity y siguiendo la metodología Modelo-Vista-Controlador (MVC) y la metodología Arcade. En "Machay", los jugadores se sumergen en una experiencia interactiva única mientras exploran la nave espacial y se enfrentan a diversos desafíos. El juego se ha desarrollado siguiendo una estructura organizativa sólida basada en el patrón MVC, lo que ha permitido una gestión eficiente de la lógica de negocio, la presentación visual y la interacción del jugador. La metodología Arcade se ha empleado para asegurar una experiencia de juego dinámica y emocionante. Además, se han aplicado técnicas de inteligencia artificial para controlar el comportamiento de los enemigos, que reaccionan de manera diversa según el nivel de dificultad. Esta implementación ha mejorado significativamente la jugabilidad y la inmersión en el juego. En resumen, "Machay" es un emocionante videojuego de misiones ambientado en una nave espacial, desarrollado en la plataforma Unity y guiado por la metodología MVC y la metodología Arcade. La implementación de inteligencia artificial en los enemigos ha mejorado la experiencia de juego, y el juego ofrece a los jugadores una aventura interactiva cautivadora en el espacio.

Palabras-clave: videojuegos, programación, consolas, 2D, 3D

Development of 'Machay': A Space Mission Video Game in Unity with Arcade Methodology

Abstract: The video game "Machay" is an exciting adventure set in a spaceship, developed on the Unity platform and following the Model-View-Controller (MVC) methodology and the Arcade methodology. In "Machay," players immerse themselves in a unique interactive experience as they explore the spaceship and face various challenges. The game has been developed following a solid organizational structure based on the MVC pattern, which has allowed for efficient management of

business logic, visual presentation, and player interaction. The Arcade methodology has been employed to ensure a dynamic and thrilling gaming experience. Additionally, artificial intelligence techniques have been applied to control the behavior of enemies, who react differently depending on the difficulty level. This implementation has significantly improved gameplay and immersion in the game. In summary, “Machay” is an exciting mission-based video game set in a spaceship, developed on the Unity platform, and guided by the MVC and Arcade methodologies. The implementation of artificial intelligence in the enemies has enhanced the gaming experience, offering players a captivating interactive adventure in space.

Keywords: videogames, programming, consoles, 2D, 3D

1. Introducción

En los ultimos años los videojuegos han evolucionado significativamente a nivel global, ofreciendo a los jugadores distintas experiencias cada vez más inmersivas y desafiantes muy similares a un escenario real.

En la literatura se mencionan trabajos similares, inicialmente se realiza una revision de literatura sobre los video juegos en el ambito de la educacion, se centra en las publicaciones que analizan el diseño de juegos educativos, es decir, las que presentan elementos de diseño que favorecen el aprendizaje, los fundamentos teóricos del diseño de juegos y los resultados de aprendizaje del juego (Dondlinger, n.d.).

Por otro lado en (Roettl & Terlutter, 2018), se realiza una comparativa de un juego en modelo 2d y en modelo 3D estereoscópica o con pantalla montada en la cabeza, identificando como reaccionan los usuarios con este cambio, siendo la version 3d la que más aceptacion tiene por parte de los usuaios, sin embartgo al colcoarse este objeto en su cabeza, ocasiona mareos iniciales.

En este contexto, “Machay” emerge como un emocionante videojuego de misiones espaciales desarrollado en la plataforma Unity. Este juego transporta a los jugadores a las profundidades del espacio exterior, ofreciendo un emocionante viaje a bordo de una nave espacial. “Machay” es mucho más que un simple entretenimiento; representa una hazaña tecnológica y creativa que combina la potencia de Unity con una narrativa apasionante y técnicas de inteligencia artificial innovadoras. (1library, s/f)

Este artículo profundiza en el proceso de desarrollo de “Machay”, destacando la metodología aplicada, las técnicas de inteligencia artificial utilizadas y los resultados obtenidos. Además, se exploran las posibilidades de difusión del juego y los requisitos técnicos para disfrutarlo en diversas plataformas. “Machay” se convierte así en un ejemplo destacado de cómo la tecnología y la creatividad pueden fusionarse para brindar experiencias de juego excepcionales en el panorama de los videojuegos modernos.

2. Metodología

2.1. Metodología Árcade

La metodología Árcade, fundamentada en la creación de juegos altamente adictivos y entretenidos (según lo afirmado por López-Mera en 2022), se ha materializado

de manera sobresaliente en “Machay.” Esta implementación se basa en una serie de principios clave que han sido fundamentales para el éxito del juego.

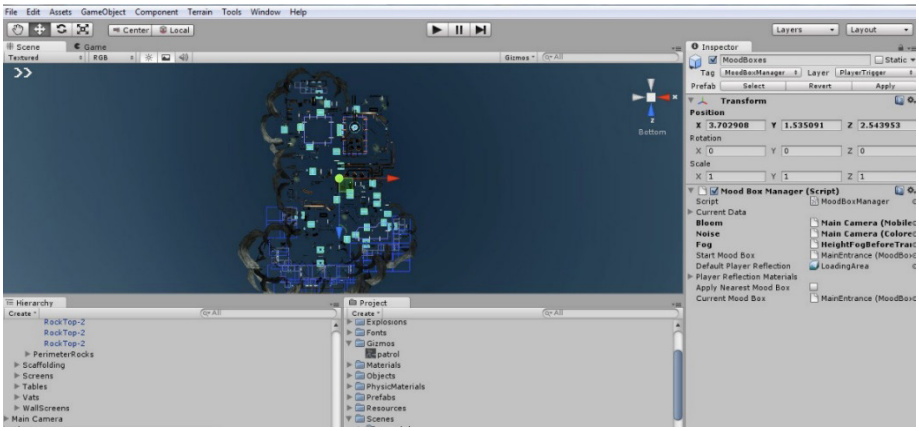


Figura 1 – Vista Área

En primer lugar, se ha incorporado el principio de “Jugabilidad Inmediata.” Esto significa que los jugadores pueden sumergirse en la acción sin la necesidad de someterse a tutoriales complicados. Esto responde a la creciente demanda de inmediatez y accesibilidad en la experiencia de juego, permitiendo a los usuarios involucrarse casi instantáneamente.

Además, se ha implementado un “Sistema de Puntuación” competitivo, diseñado para motivar a los jugadores a mejorar continuamente sus habilidades. Este sistema de puntuación se ha estructurado de manera que fomente la competencia y el deseo de superar récords personales y de otros jugadores, lo que, a su vez, aumenta la participación y el compromiso con el juego.

Un tercer principio crucial es la introducción de “Niveles Progresivamente Difíciles.” A medida que los jugadores avanzan en el juego, se enfrentan a desafíos cada vez más complejos. Este enfoque garantiza que la experiencia de juego siga siendo atractiva a lo largo del tiempo, ya que siempre hay un objetivo nuevo y desafiante por alcanzar.

La inclusión de “Recompensas y Logros” ha sido fundamental en la metodología aplicada. Estos elementos actúan como incentivos para fomentar la exploración exhaustiva del juego y el dominio de sus aspectos más desafiantes. Las recompensas y logros ofrecen a los jugadores un camino claro hacia la mejora y el reconocimiento de sus logros.

Por último, la “Interacción Rápida” es esencial en la experiencia de juego. Las acciones de los jugadores obtienen respuestas instantáneas, lo que garantiza una interacción fluida y sin interrupciones. Esta respuesta inmediata mantiene a los jugadores completamente inmersos en el juego y evita cualquier posible frustración debida a retrasos en la retroalimentación.

La metodología Árcade, centrada en la creación de juegos altamente adictivos y entretenidos, se ha plasmado de manera excepcional en "Machay" a través de principios como la jugabilidad inmediata, el sistema de puntuación, niveles progresivamente difíciles, recompensas y logros, así como la interacción rápida. Estos elementos han sido cruciales para el éxito de "Machay," al brindar a los jugadores una experiencia fluida y emocionante, totalmente coherente con la visión de la metodología Árcade.

2.2. Fases de Creación

El desarrollo de "Machay" se dividió en varias fases claramente definidas, las cuales se enmarcan dentro de la metodología Arcade, como se ilustra en la Figura 2. Estas etapas permitieron la creación de un juego fluído y entretenido que conquistó a los jugadores.



Figura 2 – Metodología Arcade

La primera fase, conocida como el "Diseño de Concepto," se enfocó en la definición de la trama y mecánicas del juego, junto con la creación del concepto visual. Esta etapa es crucial, ya que sienta las bases para el desarrollo del juego y su posterior éxito.

En la segunda etapa, denominada "Desarrollo de Escenarios," se aplicó la técnica de "tiling" para generar escenarios eficientes en términos de consumo de memoria a partir de archivos de texto ASCII (Marcos, 2012). Esta técnica no solo optimiza el uso de

recursos, sino que también contribuye a la fluidez del juego al cargar los escenarios de manera rápida y sin interrupciones.

La “Creación de Niveles,” la tercera fase, se llevó a cabo mediante el uso de un script diseñado para definir y generar niveles con diferentes grados de dificultad. Esto permitió una progresión adecuada a lo largo del juego, manteniendo a los jugadores comprometidos y desafiados en todo momento.

En la cuarta fase, se implementó la técnica de “Parallax” para dar profundidad y realismo a los escenarios. Esta adición visual contribuyó a la inmersión del jugador, creando una experiencia más envolvente y atractiva.

La quinta etapa, centrada en la “Gestión de Cámara,” se enfocó en la optimización del número de cámaras utilizadas para garantizar un rendimiento eficiente en dispositivos móviles. Esto resultó en una experiencia de juego más fluida y sin interrupciones, incluso en plataformas con recursos limitados.

Finalmente, en la sexta fase, se abordó la “Inteligencia Artificial,” con el desarrollo de enemigos que presentaban comportamientos reactivos basados en agentes de reflejo simple. Esto añadió un elemento desafiante al juego, manteniendo a los jugadores comprometidos y proporcionando una experiencia dinámica.

El desarrollo de “Machay” siguió un proceso estructurado que incluyó la definición de concepto, la creación de escenarios eficientes, la generación de niveles, la implementación de parallax, la gestión de cámaras y la integración de una inteligencia artificial reactiva. Estas fases se conectaron de manera fluida, garantizando un juego entendible y atrayente para los jugadores.

3. Metodología MVC

En el desarrollo de “Machay”, se aplicó el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC) con el objetivo de dividir y organizar la estructura del juego en tres componentes esenciales: el Modelo, la Vista y el Controlador. Este enfoque ha demostrado ser una estrategia eficaz para lograr una mayor modularidad y, a su vez, facilitar el mantenimiento y la escalabilidad del juego.

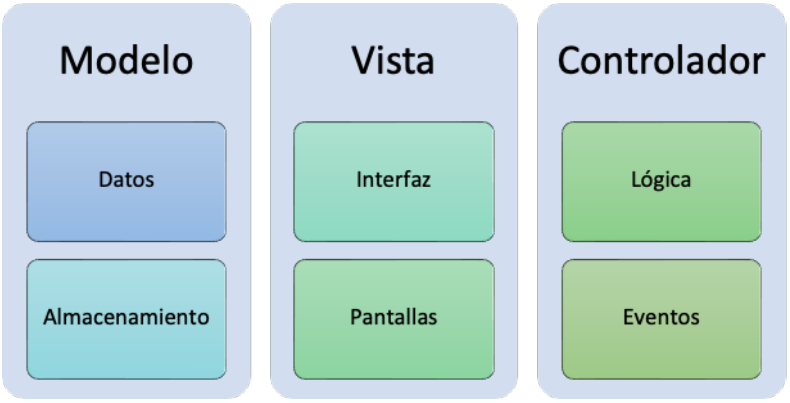


Figura 3 – MVC

Dentro del componente del Modelo, se abordaron dos aspectos fundamentales. En primer lugar, el "Modelo de Datos" se encargó de definir todas las estructuras de datos y la lógica de negocio del juego. Esto incluyó la representación detallada de personajes, objetos, misiones y cualquier otro elemento relevante, así como la gestión de la interacción con la inteligencia artificial de los enemigos. De esta manera, se determinó cómo reaccionarían los enemigos ante diferentes eventos (Lenguaje HTML, s/f).

Además, en el ámbito del Modelo, se llevó a cabo el "Almacenamiento de Datos" para gestionar de manera efectiva el almacenamiento y la recuperación de información del juego, como las puntuaciones máximas, los progresos de los jugadores y las estadísticas. Este proceso involucró la utilización de bases de datos y sistemas de archivos para mantener un registro preciso de los datos relevantes (Aguas, Recalde, et al., 2023).

Por otro lado, la "Vista" se encargó de la presentación visual del juego. Se diseñaron interfaces de usuario (UI) que permitieron al jugador visualizar información vital, como la barra de vida, el inventario y los diálogos de las misiones. Para mejorar la experiencia del usuario, se incorporaron efectos visuales y animaciones de alta calidad (Aguas, Coral, et al., 2023).

Asimismo, la Vista asumió la responsabilidad de la "Gestión de Pantallas". Esta tarea consistió en cambiar de manera fluida entre las diferentes pantallas del juego, incluyendo el menú principal, las misiones y las escenas de juego. La implementación de un sistema eficiente de transiciones entre estas pantallas garantizó una experiencia de juego sin interrupciones (Aguas, Coral, et al., 2023).

El componente del "Controlador" se enfocó en la lógica principal del juego. Esto incluyó la detección de las acciones del jugador, como movimientos y disparos, y la gestión de las interacciones entre el jugador y los enemigos. Además, se diseñó la lógica de las misiones, definiendo las condiciones de victoria y derrota. Estos elementos fueron cruciales para la jugabilidad y la experiencia del jugador (Aguas, Recalde, et al., 2023).

Por último, el Controlador se ocupó de la "Gestión de Eventos". En este sentido, se establecieron controladores de eventos para capturar las acciones del jugador y desencadenar respuestas específicas en el juego. Por ejemplo, al completar una misión, se activaban eventos que avanzaban la trama del juego, añadiendo un nivel adicional de inmersión y compromiso (Aguas, Recalde, et al., 2023).

El enfoque MVC empleado en el desarrollo de "Machay" demostró ser esencial para mantener una estructura organizada y modular en el juego, garantizando tanto la facilidad de mantenimiento como la capacidad de escalabilidad. Cada uno de los componentes, el Modelo, la Vista y el Controlador, desempeñó un papel crucial en la creación de un juego envolvente y satisfactorio para los jugadores.

2.4. Aplicación de Blender

Blender, una poderosa herramienta de modelado y animación en 3D de código abierto, desempeñó un papel fundamental en la creación de los activos gráficos y animaciones para el videojuego "Machay" (Aguas, Suárez, et al., 2023). Esta versátil plataforma permitió a los desarrolladores dar vida a la visión del juego, utilizando modelos 3D

generados en Blender para representar la nave espacial, personajes y objetos dentro del mundo del juego. Además, se aprovechó la funcionalidad de Blender para animar estos modelos, agregando vitalidad a los personajes y mejorando de manera significativa la experiencia visual del juego.

Uno de los aspectos destacados de la contribución de Blender fue su capacidad para proporcionar a los desarrolladores la flexibilidad necesaria en el diseño y la personalización de activos gráficos de alta calidad. A través de sus diversas herramientas, Blender se convirtió en un aliado esencial en el proceso creativo del juego.

En el ámbito del modelado 3D (Aguinaga, 2021), los desarrolladores aprovecharon la funcionalidad de Blender para diseñar los elementos esenciales del juego, como la nave espacial, los enemigos y los objetos con los que los jugadores interactuarían. Gracias a las intuitivas herramientas de Blender, pudieron crear modelos detallados y realistas que encajaban perfectamente en la estética del juego.

En cuanto a la texturización (Marín, s/f), Blender se destacó al permitir la aplicación de texturas de alta calidad a los modelos 3D. Esto agregó color y detalle a los activos gráficos, contribuyendo a una experiencia visual más inmersiva. La capacidad de Blender para crear y editar texturas de forma precisa resultó esencial en este proceso.

La animación fue otro aspecto vital que Blender abordó de manera efectiva. Los desarrolladores utilizaron Blender para dar vida a los personajes y objetos del juego mediante movimientos, ataques y reacciones de los enemigos. Además, se empleó para crear animaciones de apertura de puertas y efectos especiales que enriquecieron la jugabilidad.

Blender también desempeñó un papel crucial en la optimización de los modelos 3D. Los desarrolladores utilizaron esta herramienta para reducir la cantidad de polígonos y generar mapas de normales, lo que mejoró significativamente la calidad visual del juego.

Finalmente, una vez que los activos gráficos y las animaciones se completaron en Blender, se llevaron a cabo de manera eficiente y sin complicaciones a Unity para su integración en el juego. Este flujo de trabajo, facilitado por Blender, permitió que los elementos diseñados en 3D se convirtieran en componentes interactivos del juego de manera fluida.

Blender demostró ser una herramienta invaluable en todas las etapas del desarrollo de “Machay,” desde el modelado 3D y la texturización hasta la animación y la optimización de activos gráficos, proporcionando a los desarrolladores una plataforma sólida y versátil para la creación de un juego visualmente impresionante y envolvente.

2.5. Uso de Unity

La metodología de desarrollo empleada en el proyecto “Machay” se fundamenta en las mejores prácticas de creación de videojuegos a través de Unity. Este enfoque metodológico se destaca por su naturaleza iterativa y su enfoque colaborativo, diseñado para ajustarse de manera precisa a los requerimientos particulares del proyecto (Build fully functional et al., s/f).

3. Resultados

3.1. Técnicas de Inteligencia Artificial

En “Machay,” la implementación de la inteligencia artificial (IA) se centró en la creación de enemigos con comportamientos específicos que añaden desafíos únicos a la experiencia de juego. Estos enemigos tienen un rango de visión limitado y adoptan un comportamiento reactivo que puede compararse a un agente de reflejo simple (Aguas, Camero, et al., 2023).

Cada enemigo en “Machay” tiene un campo de visión restringido. Esto significa que solo pueden detectar al jugador si este se encuentra dentro de su campo de visión. Este enfoque simula la percepción limitada de los enemigos en el juego y añade un elemento estratégico al enfrentarse a ellos (Candil, 2012).

En cuanto al comportamiento reactivo, como mencionan Hernández Paez et al. (s/f), los enemigos reaccionan ante la presencia del jugador en su campo de visión. Cuando detectan al jugador, inician una serie de acciones específicas, como perseguirlo o atacarlo. Esta reacción proporciona dinamismo al juego y desafíos en tiempo real para el jugador.



Figura 4 – Resultados Generales

Una característica interesante de “Machay” es la implementación de niveles de dificultad variables para los enemigos. De acuerdo con Aguas, Camero, et al. (2023), algunos

enemigos son más rápidos y agresivos que otros, lo que exige que el jugador desarrolle estrategias diferentes para enfrentarlos. Esta variabilidad en la IA contribuye a mantener la experiencia de juego fresca y emocionante.

Además, se logró que los enemigos tengan un movimiento que parezca natural, evitando movimientos bruscos o poco realistas, gracias a algoritmos de movimiento (Maths, s/f). Esto aumenta la inmersión y la sensación de enfrentar a oponentes inteligentes.

La interacción de los enemigos con el entorno del juego es otra faceta importante. Como indican Aguas, Recalde, et al. (2023), los enemigos pueden adaptarse al entorno del juego. Por ejemplo, si se encuentran con obstáculos, intentarán sortearlos para llegar al jugador. Esta interacción con el entorno agrega profundidad a la IA y la hace más realista.

En “Machay,” los diferentes roles desempeñados por cada tipo de enemigo son esenciales, como menciona Urrutia (2015). Algunos son cazadores, otros son guardianes, y algunos pueden tener roles especiales. Esto agrega variedad y estrategia a las interacciones con los enemigos.

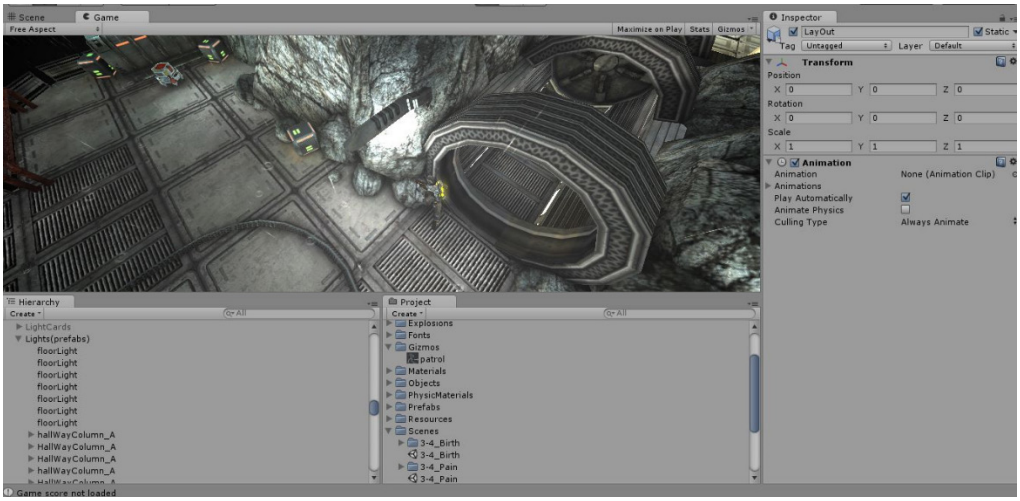


Figura 5 – Vista Nivel 1

Por último, la comunicación limitada entre los enemigos, como señala Aguas, Recalde, et al. (2023), simula la independencia de los enemigos y garantiza que cada uno tenga su propia lógica y objetivos. En conjunto, estos elementos hacen que “Machay” ofrezca una experiencia de juego dinámica, desafiante y sumamente envolvente gracias a su inteligente implementación de la IA en la creación de enemigos.

3.2. Ventajas de MVC

La implementación de MVC en “Machay” proporcionó varias ventajas significativas. En primer lugar, la separación de responsabilidades fue fundamental. Esta metodología

dividió de manera clara las funciones de datos, presentación y lógica del juego, lo que facilitó el desarrollo simultáneo de estas áreas. Por lo tanto, los programadores pudieron trabajar en sus respectivos componentes sin interferir con los demás, aumentando la eficiencia y acelerando el proceso de desarrollo.

Además, la estructura MVC también demostró ser altamente ventajosa en términos de mantenimiento. Cualquier modificación realizada en el Modelo, la Vista o el Controlador no afectó directamente a las otras partes del sistema. Esto significó que las correcciones de errores y las actualizaciones de características se llevaron a cabo de manera más ágil y segura, sin el riesgo de introducir problemas inesperados en otras áreas del juego.

Otra ventaja clave fue la escalabilidad. La arquitectura MVC permitió la adición de nuevas funcionalidades y pantallas al juego de manera fluida, sin impactar negativamente en las existentes. Esto fue esencial para mantener "Machay" en constante evolución, adaptándose a las demandas cambiantes de los jugadores y del mercado.

Finalmente, la reutilización de componentes fue un beneficio importante. Los elementos de MVC se diseñaron de manera modular, lo que abrió la puerta a la reutilización de código en otros proyectos de desarrollo de videojuegos. Esto no solo ahorró tiempo y recursos, sino que también contribuyó a la consistencia y calidad de los futuros proyectos. En resumen, la adopción de la arquitectura MVC en "Machay" no solo mejoró su desarrollo, mantenimiento y escalabilidad, sino que también sentó las bases para un enfoque más eficiente y versátil en el mundo de los videojuegos.

3.3. Arcade

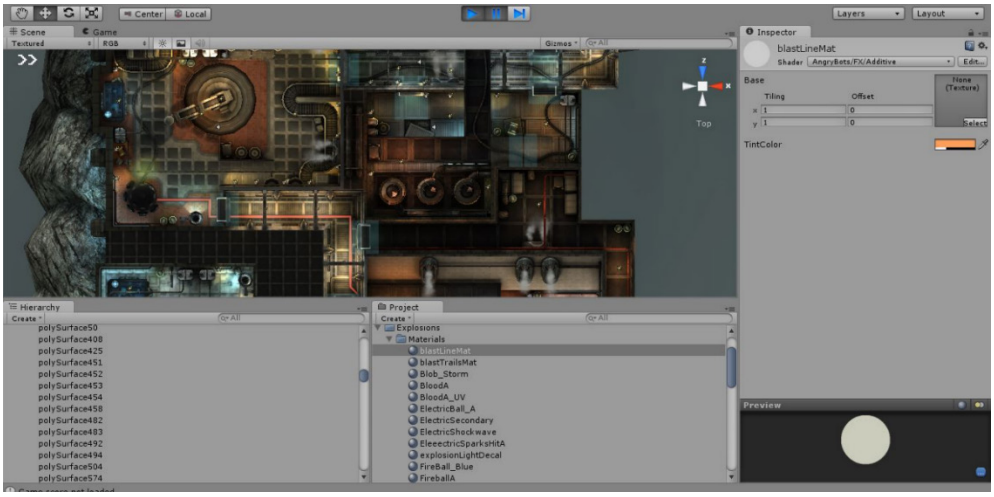


Figura 6 – Vista Área 2

La aplicación de la Metodología Arcade en "Machay" tuvo un impacto altamente positivo en el juego. Proporcionó una estructura clara, una interfaz de usuario intuitiva y una

mayor rejugabilidad. La retroalimentación constante, la adaptabilidad del juego y la inmersión del jugador se mejoraron significativamente. (López-Mera, 2022). Además, facilitó la creación de contenido y permitió un control eficiente del progreso del jugador. En conjunto, la Metodología Arcade resultó ser una herramienta esencial para el desarrollo exitoso de “Machay”.

3.4. Producto

Durante el desarrollo del videojuego “Machay”, se emplearon una serie de herramientas y tecnologías para asegurar su funcionamiento óptimo y su accesibilidad. Entre los resultados más sobresalientes se destacan varios aspectos clave.

En primer lugar, se hizo uso de la herramienta de Testing integrada en Unity, la cual desempeñó un papel fundamental en la evaluación del rendimiento del juego en distintos dispositivos móviles. Gracias a esta herramienta, se logró desplegar estadísticas detalladas sobre el funcionamiento del videojuego, asegurando que cumpla con los rigurosos requisitos de rendimiento necesarios para ofrecer una experiencia de juego fluida y envolvente (Aguas, Recalde, et al., 2023).

Asimismo, el juego “Machay” se desarrolló haciendo uso de la tecnología WebGL de Unity, lo que posibilitó que el juego pudiera ejecutarse en un navegador web sin requerir la instalación de ningún complemento adicional. Esto tuvo un impacto positivo al ampliar significativamente la accesibilidad del juego, ya que se volvió compatible con una variedad de plataformas, facilitando el acceso de los jugadores a la experiencia de “Machay” (Aguas, Recalde, et al., 2023).

Además, se implementó una característica clave en “Machay”: la compatibilidad con controles externos. Esta funcionalidad otorga a los jugadores la flexibilidad de utilizar una variedad de dispositivos como controladores de juegos, teclados o incluso dispositivos móviles como controles alternativos. Esta versatilidad en las opciones de juego enriquece la experiencia del jugador y contribuye a su disfrute personalizado (Aguas, Recalde, et al., 2023).



Figura 7 – Videojuego en vivo

El desarrollo de "Machay" incorporó diversas herramientas y tecnologías para optimizar su funcionamiento y ampliar su accesibilidad, lo que resultó en un videojuego que satisface las expectativas de rendimiento, ofrece una experiencia de juego versátil y puede ser disfrutado en una variedad de plataformas gracias a la tecnología WebGL de Unity.

3.5. Requisitos Básicos del Sistema

A continuación, se presenta una tabla que detalla los requisitos básicos tanto para computadoras como para dispositivos móviles para disfrutar de "Machay":

Platform	Processor	RAM	Operating System
Computer	Core 2 Duo or higher	4 GB	Windows 8 or equivalent
Computer (Linux)	Dual-core processor	4 GB or more	Compatible Linux distribution (e.g., Ubuntu 20.04 LTS)
Computer (macOS)	Intel Core 2 Duo or equivalent	4 GB or more	macOS 10.13 (High Sierra) or higher
Mobile Devices	Quad-core processor	2 GB or more	Android 6.0 or higher (for Android devices) or iOS 12.0 or higher (for iOS devices)

Tabla 1 – Requisitos de funcionamiento

Estos son los requisitos básicos recomendados para garantizar un rendimiento óptimo del juego "Machay" en las respectivas plataformas. Tener hardware que cumpla con estos requisitos proporcionará una experiencia de juego fluida y sin problemas.

3.6. Difusión

Para la difusión de "Machay", se creará una página oficial en Facebook, la cual servirá como un epicentro informativo y de interacción para los entusiastas del juego. En esta página, los usuarios interesados en el juego encontrarán una fuente inagotable de información relevante, actualizaciones emocionantes y noticias frescas sobre el mundo de "Machay", además de enlaces de descarga específicos para los instaladores correspondientes según el dispositivo que deseen utilizar, ya sea computadoras, dispositivos móviles o sistemas operativos. Este enfoque multifacético permitirá que los jugadores accedan de manera sencilla y rápida a la versión adecuada de "Machay" para sus dispositivos preferidos.

No obstante, la página de Facebook no será meramente un repositorio de descargas, sino también un punto central para mantener a la comunidad informada acerca del desarrollo del juego, interactuar de forma activa con los jugadores, proporcionar asistencia técnica en tiempo real y, en última instancia, ofrecer una experiencia de usuario completa. Con la disponibilidad de instaladores específicos para diferentes plataformas, se garantizará que "Machay" se convierta en un título accesible y disfrutable para una audiencia amplia y diversa de jugadores, consolidando así su posición como una joya en el mundo de los videojuegos.

4. Conclusiones

- La adopción de la metodología Modelo-Vista-Controlador (MVC) resultó en una organización eficiente del proyecto, facilitando la gestión de componentes y la colaboración entre los desarrolladores.
- La implementación de técnicas de inteligencia artificial en los enemigos del juego permitió una experiencia de juego más desafiante y diversa, adaptándose a diferentes niveles de dificultad.
- Blender desempeñó un papel esencial en la creación de activos gráficos y animaciones, proporcionando flexibilidad y calidad visual a los elementos del juego.
- El desarrollo de videojuegos involucró una colaboración multidisciplinaria que abarcó programación, diseño gráfico y sonido, destacando la naturaleza interdisciplinaria de la industria.
- La aplicación de Blender permitió la creación de modelos y texturas 3D realistas, mejorando la inmersión del jugador en el entorno espacial de “Machay”.
- La metodología MVC contribuyó a la modularidad y escalabilidad del juego, facilitando la incorporación de nuevas características y niveles en el futuro.
- “Machay” ofrece a los jugadores una experiencia interactiva única al combinar elementos de exploración espacial y resolución de desafíos.
- La inteligencia artificial de los enemigos se adaptó a diferentes situaciones, lo que resultó en una amplia gama de desafíos para los jugadores.
- El uso de herramientas profesionales como Unity y Blender fue fundamental para la producción exitosa del videojuego, reduciendo costos y tiempos de desarrollo.
- El proyecto demostró la aplicación práctica de conocimientos en diseño de videojuegos, programación, modelado 3D y animación, consolidando habilidades esenciales en el equipo de desarrollo.

Referencias

library. (s/f). Herramienta de desarrollo Unity. 1Library.co. Recuperado el 7 de septiembre de 2023, de https://1library.co/article/herramienta-de-desarrollo-unity-metodolog%C3%ADa-y-herramientas.myjdr22y

Lenguaje HTML. (s/f). Ehu.es. Recuperado el 7 de septiembre de 2023, de http://www.vc.ehu.es/jiwotvim/ISOFT2010-2011/Teoria/BloqueIV/HTML.pdf

Aguas, L., Camero, R., Toasa, R., & Arico, L. (2023). A customized and low-cost antivirus solution focused on user needs. En Lecture Notes in Networks and Systems (pp. 561–572). Springer International Publishing.

Aguas, L., Coral, R., González, E., & Morales, F. (2023). Modelado 3D del Estadio Olímpico Atahualpa mediante la metodología de diseño hipermedia. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 3D, 114–127. https://www.proquest.com/docview/2828430705?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true

Aguas, L., Recalde, H., Toasa, R., & Salazar, E. (2023). Design of a video game applying a layered architecture based on the unity framework. En Lecture Notes in Networks and Systems (pp. 535–550). Springer International Publishing.

Aguas, L., Suárez, L., Coral, R., & Machay, B. (2023). 3D modelling of freedom summit for virtual environments. En Trends in Artificial Intelligence and Computer Engineering (pp. 548–560). Springer Nature Switzerland.

Aguinaga, Á. (2021, febrero 22). Metodología de desarrollo de proyectos con Unity en CIPSA. CIPSA Escuela Informática SAP Marketing | Barcelona y Bilbao; CIPSA. https://cipsa.net/metodologia-desarrollo-proyectos-unity-cipsa/

Build fully functional, Environments, P. 3D G. W., & dynamic effects. (s/f). Unity game development essentials. Com.br. Recuperado el 7 de septiembre de 2023, de http://www.enucomp.com.br/2012/conteudos/minicursos/unity.pdf

Candil, D. (2012, octubre 11). Cuatro motores gráficos para perder el miedo y lanzarse al desarrollo de videojuegos. Vidaextra.com; Vida Extra. https://www.vidaextra.com/listas/4-motores-graficos-para-perder-el-miedo-y-lanzarse-al-desarrollo-de-videojuegos

Dondlinger, M. J. (n.d.). Educational Video Game Design: A Review of the Literature. Journal of Applied Educational Technology, 4(1).

Hernández Paez, A., Alejandro Domínguez Falcón, J., Andrés, A., & Cruz, P. (s/f). Arquitectura de software para el desarrollo de videojuegos sobre el motor de juego Unity 3D Software architecture for the development of videogames on the game engine Unity 3D. Utp.ac.pa. Recuperado el 7 de septiembre de 2023, de https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/download/1803/pdf/

López-Mera, D. D. (2022). Árcade: Metodología para el desarrollo de videojuegos en cursos de ingenierías. Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, 10(20), 51–61. https://doi.org/10.36825/riti.10.20.005

Marcos, P. (2012, noviembre 14). Motor gráfico... ¿y eso qué es? El Blog de Marcos. https://marcosdiez.wordpress.com/2012/11/14/motor-grafico-y-eso-que-es/

Marín, G. M. (s/f). Análisis de las herramientas Unity y Blender para el desarrollo de videojuegos con un enfoque educativo. Blogspot.com. Recuperado el 7 de septiembre de 2023, de http://gmendezm.blogspot.com/2012/07/analisis-de-las-herramientas-unity-y.html

Maths, S. (s/f). Transformaciones geométricas. Sangakoo.com. Recuperado el 7 de septiembre de 2023, de https://www.sangakoo.com/es/temas/transformaciones-geometricas

Roettl, J., & Terlutter, R. (2018). The same video game in 2D, 3D or virtual reality – How does technology impact game evaluation and brand placements? PLOS ONE, 13(7), e0200724. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0200724

Urrutia, G. A. M., López, C. E. N., Martínez, L. F. F., & Corral, M. A. R. (2015). Procesos de desarrollo para videojuegos. Cultura Científica y Tecnológica, 37.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/09/2023
Aceitação/Acceptance: 17/11/2023

Análisis contrastado de la Formación Académica en el Campo Profesional: Caso Instituto Superior Universitario Vida Nueva

Verónica Castro[1], Diego Pucuji[2], Maribel Puchaicela[3] y Landerson Morales[4]

veronica.castro@istvidanueva.edu.ec; diego.pucuji@istvidanueva.edu.ec; maribel.puchaicela@istvidanueva.edu.ec; landerson.morales@istvidanueva.edu.ec

[1] Instituto Universitario Vida Nueva, 593,Quito. Ecuador

[2] Instituto Universitario Vida Nueva, 593,Quito. Ecuador

[3] Instituto Universitario Vida Nueva, 593,Quito. Ecuador

[4] Instituto Universitario Vida Nueva, 593,Quito. Ecuador

Pages: 578-593

Resumen: El estudio realizado tuvo como objetivo principal analizar la coherencia entre el proceso de formación profesional de nivel tecnológico y el campo profesional. Para ello, se analizaron artículos relacionados con la formación académica y el campo profesional a nivel superior, lo que permitió obtener bases teóricas fundamentadas en este ámbito. Se empleó una metodología cuali-cuantitativa de enfoque exploratorio, utilizando técnicas documentales, bibliometría y levantamiento de datos a través de una encuesta aplicada a los profesionales graduados del Instituto Superior Universitario Vida Nueva. Además, el instrumento permitió tener una visión generalizada acerca de los aspectos académicos y su relación al campo laboral. Los resultados obtenidos revelaron que otros conocimientos y la experiencia laboral son factores determinantes para conseguir empleo después de la titulación. Se destacó la importancia de poseer conocimientos y habilidades multidisciplinarias en el ámbito laboral.

Palabras-clave: Formación académica, campo laboral, desempeño profesional, oferta académica, perfil profesional, educación, estudiantes.

Contrasted analysis of Academic Training in the Professional Field: VidaNueva Higher University Institute Case.

Abstract: The main objective of the study carried out was to analyze the coherence between the technological level professional training process and the professional field. To this end, articles related to academic training and the professional field at a higher level were analyzed, which allowed us to obtain theoretical bases based on this area. A qualitative-quantitative methodology with an exploratory approach was used, using documentary techniques, bibliometrics and data collection through a survey applied to professionals graduated from the Instituto Superior Universitario Vida Nueva. Furthermore, the instrument allowed for a generalized vision of the

academic aspects and their relationship to the work field. The results obtained revealed that other knowledge and work experience are determining factors for obtaining employment after graduation. The importance of having multidisciplinary knowledge and skills in the workplace was highlighted.

Keywords: Academic training, labor market, professional performance, academicofferings, professional profile, education, students.

1. Introducción

La formación académica, en las Instituciones de Educación Superior (IES) desempeñan un papel fundamental en el desarrollo económico y social de cualquier país, pues desarrolla habilidades cognitivas y procedimentales en los alumnos y futuros profesionales.

Por otra parte, el campo laboral desempeña una función crucial en la aplicación y experimentación de los conocimientos adquiridos, facilitando la integración de la teoría en la práctica. En este sentido, el campo laboral se beneficia de las habilidades de los profesionales formados en las instituciones de educación superior, abarcando todos los niveles de formación.

En el caso específico del Instituto Superior Universitario Vida Nueva, esta realidad no es ajena. Para Alamo-Larrañaga, Katty. (2023), "los contenidos planificados en el currículo para la profesionalización de los alumnos tienen como objetivo la formación de perfiles profesionales aptos para desempeñarse en el ámbito laboral" (p.2) Se destaca la importancia de priorizar la formación académica en el contexto profesional.

Para efecto, se formula la siguiente pregunta ¿El proceso de formación profesional del nivel tecnológico guarda coherencia con el campo profesional?, este cuestionamiento se pretende resolver a lo largo del desarrollo de este artículo científico.

2. Referenciado Teórico

La adquisición de nuevos conocimientos y habilidades especializadas es crucial para que los profesionales tomen decisiones informadas y resuelvan problemas en sus respectivos campos de acción (Smith, 2021, p.123). En este sentido, la formación académica se destaca como una herramienta vital para el progreso profesional y el desarrollo de la carrera (Jones & Brown, 2020, p. 45). Para optimizar los beneficios de la formación académica, es fundamental que los profesionales elijan instituciones y programas educativos de alta calidad (García, 2022, p. 287), estudien bajo la tutela de profesores experimentados (Martínez, 2020, p. 15), se mantengan al tanto de las últimas tecnologías y herramientas (Pérez, 2021, p. 210), y busquen oportunidades de formación continua a lo largo de su trayectoria profesional (Rodríguez, 2023, p. 55).

El diseño curricular desempeña un papel esencial en la formación académica, ya que constituye "una propuesta teórico-práctica de las experiencias de aprendizaje básicas, diversificadas e innovadoras, que la escuela en colaboración con su entorno debe ofrecer al alumnado para que consiga el máximo desarrollo de capacidades y dominio de competencias" (Casanova, 2012, p. 11). Este enfoque integrador busca no solo la transmisión de conocimientos, sino también el desarrollo integral de habilidades que

permitan a los estudiantes integrarse de manera efectiva en su entorno y contribuir a una sociedad democrática y equitativa.

Es relevante destacar que la relación entre la formación académica y el campo de acción profesional va más allá de la adquisición de conocimientos técnicos. También implica el desarrollo de habilidades y competencias que son fundamentales para el desempeño exitoso en el ámbito laboral (Fernández, 2020, p. 87). Este enfoque holístico reconoce la importancia de cultivar un conjunto diverso de habilidades para enfrentar los desafíos y demandas cambiantes del entorno profesional contemporáneo.

La adquisición de nuevos conocimientos y habilidades especializadas ayudan a los profesionales a tomar mejores decisiones y resolver problemas cruciales en su campo de acción.

Además, la formación académica puede ser una herramienta vital para el progreso profesional y el desarrollo de la carrera, para aprovechar al máximo la formación académica, los profesionales deben seleccionar instituciones y programas de educación de alta calidad, estudiar con profesores experimentados, mantenerse informados y actualizados sobre las últimas tecnologías y herramientas, y buscar formación continua a lo largo de su carrera.

El diseño curricular supone “una propuesta teórico-práctica de las experiencias de aprendizaje básicas, diversificadas e innovadoras, que la escuela en colaboración con su entorno debe ofrecer al alumnado para que consiga el máximo desarrollo de capacidades y dominio de competencias, que le permitan integrarse satisfactoriamente en su contexto logrando una sociedad democrática y equitativa” (Casanova, 2012, p.11).

También es importante considerar que, la relación entre la formación académica y el campo de acción profesional no solo se limita a la adquisición de conocimientos técnicos, sino también al desarrollo de habilidades y competencias.

Según González V y González R (2008), las competencias profesionales como la integración de conocimientos, destrezas y actitudes permiten el desempeño profesional de calidad. Desde el punto de vista académico constituyen, por tanto, el resultado de un proceso de aprendizaje que deberá garantizar que los alumnos sean capaces de integrar los conocimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades que exigen los perfiles profesionales (p.185). Por otro lado, la formación académica también puede influir en la evolución del campo de acción profesional.

La educación presenta nuevas orientaciones educativas sustentadas en la articulación de las cuatro funciones fundamentales: docencia, investigación y extensión e internacionalización (Peláez Valencia, Montoya Ferrer, Gaviria Cano, & Acevedo Gómez, 2015, p.149)

Estos cambios responden a las demandas de un mercado laboral cada vez más dinámico y competitivo, lo que implica que los profesionales deben ser capaces de adaptarse a las nuevas condiciones y desafíos.

En esta línea, también es importante señalar que la formación académica debe promover valores éticos y sociales, que permitan a los egresados afrontar las realidades sociales y profesionales desde una perspectiva comprometida.

El reto que plantea la enseñanza de una ética profesional en la universidad es ofrecer una verdadera ética reflexiva y crítica sobre el saber y el quehacer profesional, una ética que intente orientar las conductas profesionales, pero entroncando con el pensamiento ético actual e intentando establecer un diálogo interdisciplinar con los saberes especializados en los que se basa el ejercicio de cada profesión. (Ibarra Rosales, 2005, p.7)

2.1. Formación académica

La formación profesional es un proceso educativo diseñado para proporcionar a los individuos las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñarse en un campo específico. Se caracteriza por su enfoque práctico y orientado al mundo laboral, preparando a los estudiantes para ingresar al mercado de trabajo con competencias relevantes y actualizadas.

La formación profesional desempeña un papel crucial en el desarrollo de las habilidades y competencias laborales. Según Climent (1997), es el conjunto de actividades cuyo objetivo es proporcionar los conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para el ejercicio de una profesión y la consiguiente incorporación al mundo del trabajo (p.2).

La formación del profesional constituye, por lo tanto, el proceso en el que los sujetos desarrollan el compromiso social y profesional, la flexibilidad ante la cultura, la trascendencia en su contexto, toda vez que elevan su capacidad para la reflexión divergente y creativa, para la evaluación crítica y autocrítica, para solucionar problemas, tomar decisiones y adaptarse flexiblemente a un mundo cambiante (Valera Sierra, 2010, p.119). En un mundo cada vez más globalizado, la formación profesional debe adaptarse a las demandas y necesidades del mercado laboral global.

Por ello la formación profesional desempeña un papel fundamental en la adquisición de habilidades y conocimientos relevantes para el mundo laboral. Los enfoques pedagógicos como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje en el lugar de trabajo son estrategias efectivas para promover el desarrollo de competencias laborales. Además, en un contexto globalizado, la formación profesional debe incorporar competencias transversales para facilitar la empleabilidad y la adaptación a entornos laborales cambiantes.

2.2. Campo profesional

La capacidad de un profesional para tomar decisiones, con base en los conocimientos, habilidades y actitudes asociadas a la profesión, permite solucionar los problemas complejos que se presentan en el campo de su actividad profesional (Galdeano Bienzobas & Valiente Barderas, 2010), estos contextos deben cumplir las instituciones de educación superior en determinadas regiones, previo a estudios planificados según la necesidad de la sociedad que le rodea.

En el Ecuador se han creado carreras de tercer nivel vinculadas a áreas como la ingeniería, industria, construcción, salud y bienestar, agricultura, silvicultura y pesca, y tecnologías de la información y comunicación, para satisfacer las necesidades e intereses del país; sin embargo, la falta de seguimiento y control permanente a las actividades académicas ha

permitido la proliferación indiscriminada de carreras de grado y programas de posgrado en un buen número de instituciones educativas del Ecuador, lo cual ha respondido más a una demanda clientelar y no a una necesidad social.

El artículo 350 de la Constitución del Ecuador, establece que, el sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional, la investigación científica y tecnológica, la innovación, promoción, desarrollo, difusión de los saberes y las culturas, además de la construcción de soluciones para los problemas del país. (Constitución del Ecuador, 2008, p.169). Esto conlleva a trabajar de manera colaborativa por medio de convenios y encuentros de graduados, que permitan conocer la realidad de los campos laborales que se relacionan con el perfil profesional y la oferta académica. Esto ayuda a las Instituciones de Educación Superior (IES) a mejorar la calidad educativa y con ello realizar diversas modificaciones al currículo y aspectos académicos que lo realizan de manera minuciosa con un enfoque de mejorar la calidad del perfil de salida de los estudiantes, con programas direccionados a la sociedad.

El campo de acción profesional en el ámbito de la educación superior se ha convertido en un tema altamente relevante en los últimos años. A través de los estudios de investigación, se ha demostrado que el sistema educativo es un poderoso factor en el desarrollo socioeconómico de una nación. En este sentido, los profesionales que se desempeñan en este campo pueden tener un impacto significativo en la formación de ciudadanos más críticos, capaces y comprometidos con su entorno.

3. Metodología

Se realizó una revisión exhaustiva de artículos relacionados con la formación académica y su relación con el campo profesional a nivel superior, centrándose en la empleabilidad de los egresados, la reputación académica de la institución y el diseño curricular. Esta revisión se llevó a cabo antes del análisis bibliométrico y proporcionó el marco teórico necesario para la investigación.

Utilizando las herramientas Bibliometrix y VOSviewer, se realizó un análisis bibliométrico para obtener información relevante que respalde la teoría y sustente las decisiones metodológicas. Se formuló una ecuación de búsqueda específica (“professionals” AND “academic offerings” OR “academic programme”) para seleccionar artículos de Scopus, “garantizando la pertinencia de la literatura revisada” (Smith & Johnson, 2021; García et al., 2022, p.123).

Para obtener datos directos de los profesionales graduados del Instituto Superior Universitario Vida Nueva, se diseñó un cuestionario aplicado a través de una encuesta. La encuesta se administró durante un período de un mes para recopilar información cuantitativa sobre la percepción de los egresados con respecto a la calidad de la formación académica y su correlación con el desempeño profesional (Martínez, 2020, p. 50).

Se incorporarán datos estadísticos detallados sobre los encuestados, permitiendo una evaluación precisa de los resultados obtenidos a través del cuestionario. El análisis estadístico se llevará a cabo utilizando herramientas pertinentes para presentar de manera clara y efectiva los hallazgos obtenidos (Jones & Brown, 2020, p. 34).

3.1. Diseño del Instrumento

El cuestionario diseñado se aplicó a través de una encuesta, el mismo que fue validado por un grupo de expertos del Instituto, para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

El propósito de la encuesta fue recopilar información relevante sobre la experiencia académica, el nivel de satisfacción con la institución educativa y obtener retroalimentación que pueda contribuir a la mejora continua de los programas de estudio.

Para el diseño de la encuesta se elaboraron preguntas específicas: de opción múltiple y abiertas; que permitan obtener datos relevantes a la investigación planteada; se seleccionó la plataforma de Google Forms de encuestas en línea que permitió la creación de formularios personalizados, se aseguró que las preguntas sean claras, concisas y fáciles de comprender. Se consideró el incluir preguntas referentes a la situación actual del encuestado como: demográficas, específicas de las carreras e institución laboral.

Los sujetos de estudio estuvieron compuestos por estudiantes graduados hasta el año 2022 del Instituto Superior Universitario Vida Nueva. La muestra fue seleccionada de manera intencional, conformada por todos los participantes que asistieron al evento de encuentro de graduados, lo que resultó en una población total de 280 personas provenientes de diversas carreras dentro de la institución.

En esta investigación se trabajó con los graduados de las carreras de: Tecnología en Administración de Empresas, Tecnología en Docencia, Tecnología en Electromecánica, Tecnología en Hotelería y Turismo, Tecnología en Informática, Tecnología en Mecánica Automotriz, Tecnología Superior en Administración, Tecnología Superior en Contabilidad, Tecnología Superior en Desarrollo de Software, Tecnología Superior en Electromecánica, Tecnología Superior en Mecánica Automotriz y Tecnología Superior en Turismo.

Abstracción de preguntas sobre la base de los criterios considerados en la investigación
Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo se tardó en encontrar trabajo?
Pregunta 2: ¿Qué factores le facilitaron conseguir un empleo después de su titulación?
Pregunta 3: ¿Qué factores le dificultaron conseguir empleo desde su titulación?
Pregunta 4: Tipo de empresa o institución donde trabaja actualmente
Pregunta 5: ¿Qué tiempo dedica a su trabajo actualmente?
Pregunta 6: ¿Trabaja ejerciendo la profesión en la que se preparó?
Pregunta 7: ¿Cuánto tiempo tardó en conseguir empleo después de que se graduó?
Pregunta 8: Recuento de conocimientos específicos
Pregunta 9: Recuento de conocimientos multidisciplinarios

Tabla 1 – Preguntas según los criterios de empleabilidad, reputación académica y diseño curricular

3.2. Categorías de investigación

La sección de metodología proporciona una guía detallada sobre cómo se llevó a cabo el estudio. A continuación, se presentan las categorías de investigación utilizadas en este estudio:

Lista de categorías de investigación	Descripción
Relación entre Contenidos Académicos y Preparación Laboral	Aborda la investigación sobre cómo los cambios en los contenidos académicos afectan la preparación de los estudiantes para el campo laboral.
Tiempo para Encontrar Empleo	Esta categoría se refiere al tiempo que toma a los graduados encontrar empleo después de obtener su titulación.
Factores que Facilitan la Obtención de Empleo	Aquí se investiga qué elementos o habilidades ayudan a los titulados a conseguir empleo en su campo.
Factores que Dificultan la Obtención de Empleo	En esta categoría se examinan los obstáculos que los graduados encuentran al intentar conseguir empleo en su área de estudio.
Tipo de Empresa o Institución	Esta sección analiza dónde están empleados los encuestados, ya sea en empresas privadas, como trabajadores independientes o en otro tipo de organizaciones
Tamaño de la Empresa o Institución	Esta categoría se refiere al tamaño de la empresa o institución en la que los encuestados están empleados.
Ejercicio de la Profesión	Se investiga si los encuestados están ejerciendo la profesión para la cual se prepararon.
Tiempo para Encontrar Empleo y Campo de Profesión	Esta tabla proporciona información sobre la relación entre el tiempo que se tardó en encontrar empleo y el campo de profesión en el que se graduaron.

Tabla 2 – Preguntas según los criterios de empleabilidad, reputación académica y diseño curricular.

4. Resultados

Los resultados de esta investigación permitieron profundizar en la percepción que poseen los estudiantes titulados acerca de la oferta académica y su pertinencia con el campo laboral, con el fin de analizar aspectos de calidad y mejora académica.

La encuesta aplicada permitió recopilar información relacionada a los contenidos académicos y su relación en la preparación de los estudiantes para el campo laboral.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Antes de graduarme, ya tenía trabajo	135	31,3	31,3	31,3
	Entre 1 año y 2 años	52	12,1	12,1	43,4

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entre 6 meses y 1 año	86	20,0	20,0	63,3
Inmediato	20	4,6	4,6	68,0
Más de 2 años	97	22,5	22,5	90,5
Menos de 6 meses	41	9,5	9,5	100,0
Total	431	100,0	100,0	

Tabla 3 – Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo se tardó en encontrar trabajo?

La mayoría de las personas en este grupo encontraron trabajo en un período de tiempo relativamente corto, ya sea antes de graduarse o en los

primeros 2 años después de graduarse. Un porcentaje significativo (22.5%) tardó más de 2 años en encontrar trabajo, lo que indica que algunos individuos experimentaron dificultades en su búsqueda laboral. El 9.5% encontró trabajo en menos de 6 meses, lo que sugiere una transición relativamente rápida al mercado laboral.

Pregunta	Frecuencia	%	Rango	Documentos
Otros conocimientos y Habilidades	84	32,06	1	30,11
Experiencia laboral	80	30,53	2	28,67
Aceptación de la carrera en el mercado laboral	31	11,83	3	11,11
Requerimiento de la empresa con el perfil profesional	25	9,54	4	8,96
Aprobación de Exámenes	14	5,34	5	5,02
Prestigio institucional	10	3,82	6	3,58

Tabla 4 – Pregunta 2: ¿Qué factores le facilitaron conseguir un empleo después de su titulación?

El 32,06% de los titulados menciona que “Otros conocimientos y habilidades les facilitaron para conseguir un empleo ya en el campo laboral”, lo que determina que los estudiantes además de los conocimientos adquiridos en clase deben poseer conocimientos y habilidades multidisciplinarias.

El 30,53% de los encuestados menciona que la “Experiencia laboral” les facilitó conseguir empleo después de la titulación, el ámbito laboral requiere de personas que ya ejerzan su profesión, situación que es dificultosa para las personas que se dedican por tiempo completos a sus estudios, se puede destacar que este esfuerzo le permite al estudiante alcanzar a futuro una mejor oportunidad para adquirir un empleo.

Aceptación de la carrera, requerimiento del perfil profesional, aprobación de exámenes y prestigio institucional tienen los menores porcentajes con el 11,11%, 8,96%, 5,02% y 3,58%. Denotando que el prestigio institucional no es suficiente en muchos casos para alcanzar un empleo después de la titulación.

Pregunta	Frecuencia	%	Rango	Documentos
No hay suficientes plazas de Empleo	103	37,73	1	36,92
Escasa experiencia laboral	100	36,63	2	35,84
Oferta de trabajo poco atractiva	25	9,16	3	8,96
Las empresas no conocen el instituto	14	5,13	4	5,02
No cuentan con el perfil solicitado	9	3,30	6	3,23

Tabla 5 – Pregunta 3: ¿Qué factores le dificultaron conseguir empleo desde su titulación?

En los factores que dificultan en conseguir empleo, mencionan el 37,73% de los graduados que "No hay suficientes plazas de empleo" existe una baja tasa de empleabilidad esto después de una afección post pandemia a la economía del país. Otro de las opciones más fuertes es la "escasa experiencia laboral" con el 36,63%, esto determina que el campo laboral necesita que los titulados ya se encuentren en actividades relacionadas con la profesión.

Entre las opciones menos relevantes se encuentran oferta de trabajo poco atractiva, las empresas no conocen el instituto y no cuentan con el perfil solicitado, estos porcentajes coinciden con los resultados de la tabla anterior que menciona en una baja selección que las personas no conocen el instituto y no cuentan con el perfil solicitado.

Pregunta	Frecuencia	%	Rango	Documentos
Privada	105	45,45	1	37,63
Independiente	51	22,08	2	18,28
Público	34	14,72	3	12,19
No trabaja	26	11,26	4	8,96

Tabla 6 – Pregunta 4: Tipo de empresa o institución donde trabaja

El cuadro estadístico presenta una visión general de la situación laboral de los titulados encuestados. Podemos observar que el mayor porcentaje, con un 45.45%, corresponde a aquellos que trabajan en empresas privadas. Este resultado no es sorprendente, ya que es común encontrar mayores oportunidades laborales en el sector privado, especialmente en países donde la economía está enfocada en el libre mercado y la inversión privada. La segunda opción elegida es independiente con el 22,08% de los encuestados, lo que permite asimilar, que gran porcentaje de los graduados utiliza los conocimientos y habilidades en el desarrollo de actividades laborales de forma individual.

Por otra parte, encontramos que el 18.28% de los encuestados trabajan de forma independiente. Este porcentaje puede estar relacionado a una tendencia creciente de emprendimientos y proyectos personales. Cada vez son más las personas que buscan formas alternativas de emplearse y generar ingresos por su propia cuenta, utilizando sus habilidades y conocimientos para ofrecer servicios o productos de manera independiente. En cuanto a los resultados relacionados a empresas públicas e instituciones, podemos observar que el porcentaje es menor, con un 12.19%. Esto puede deberse a diversas razones, como puede ser la falta de oportunidades laborales, la burocracia inherente a estas instituciones o incluso la preferencia personal de los encuestados por trabajar en otros sectores.

Pregunta	Frecuencia	%	Rango	Documentos
Tiempo completo	104	47,06	1	44,07
Por horas	57	25,79	2	24,15
Medio tiempo	35	15,84	3	14,83
No trabaja	13	5,88	4	5,51

Tabla 7 – Pregunta 5: ¿ Qué tiempo dedica a su trabajo actualmente?

El cuadro estadístico que describe el tiempo dedicado al actual empleo resulta bastante interesante, debido a que nos permite conocer cuál es la situación laboral actual de las personas tituladas. De acuerdo con la información recopilada, podemos observar que el 44,06% de los encuestados manifiestan que su empleo es a tiempo completo, lo que sugiere que estos trabajadores se encuentran comprometidos en dedicar la mayor parte de su tiempo y energía en la empresa para la cual trabajan.

Por otro lado, encontramos que el 25,79% de los encuestados mencionan que su trabajo es por horas, lo que indica que estos empleados tienen mayor flexibilidad en cuanto al horario y, por lo tanto, tienen más tiempo libre para realizar actividades extra laborales. A su vez, el 15,84% de los encuestados manifiestan que su trabajo es medio tiempo, lo que evidencia que estos trabajadores tienen la oportunidad de tener más tiempo libre para realizar otra actividad laboral o para dedicarse a su vida personal.

Cabe destacar que el 5,88% de los encuestados mencionan que no trabajan, lo que podría sugerir que estos titulados se encuentran en búsqueda de empleo o han decidido dedicarse a actividades distintas a las laborales.

Pregunta	Frecuencia	%	Rango	Documentos
Si	120	36,59	1	43,01
No	109	33,23	2	39,07
Está postulando a empleos	7	2,13	3	2,51
Falta de plazas laborales	6	1,83	4	2,15
Requiere tener experiencia	4	1,22	5	1,43

Tabla 8 – Pregunta 6: ¿Trabaja ejerciendo la profesión en la que se preparó?

El 36,59% de los titulados encuestados manifiestan que si trabajan ejerciendo la profesión en la que se prepararon, el 33.23% que no trabajan ejerciendo la profesión en la que se prepararon, el 2,13% están postulando a empleos, el 1,83% manifiestan que faltan plazas laborales y el 1,22% manifiestan que requieren tener experiencia.

		No	Si	Total
Pregunta1	Antes de graduarme, ya tenía trabajo	50	85	135
	Entre 1 año y 2 años	38	14	52
	Entre 6 meses y 1 año	45	41	86
	Inmediato	5	15	20
	Más de 2 años	81	16	97
	Menos de 6 meses	12	29	41
Total		231	200	431

Tabla 9 – Tabla cruzada sobre el tiempo que se tardó en encontrar empleo*Campo de profesión corresponde al área que se graduó.

Se puede concluir que aquellos que tenían trabajo antes de graduarse tienden a responder “Sí” en la Pregunta 2 con mayor frecuencia.

La mayoría de las personas que respondieron “Antes de graduarme, ya tenía trabajo” corresponden al grupo que responde “Sí” en cuanto al campo de profesión relacionado con su área de graduación.

Las personas que respondieron “Entre 1 año y 2 años” tienen una tendencia significativa a no estar trabajando en su campo de graduación. Las personas que respondieron “Menos de 6 meses” también tienden a estar trabajando en su campo de graduación en comparación con las otras categorías.

Las personas que respondieron “Más de 2 años” tienen la mayor proporción de personas que no están trabajando en su campo de graduación.

El análisis de los datos obtenidos mostró que la mayoría de los participantes presentan un desempeño completo o sustancial en diferentes componentes del desarrollo profesional, sin embargo, también se identificaron áreas de mejora en aspectos específicos.

En cuanto a la pregunta sobre el tiempo que los estudiantes tardaron en conseguir empleo después de graduarse, se observó que la mayoría de los estudiantes ya tenían trabajo antes de graduarse, seguido de aquellos que tardaron más de dos años en encontrar empleo.

En relación a los factores que facilitaron conseguir empleo después de la titulación, se destacó la importancia de poseer otros conocimientos y habilidades, así como la experiencia laboral previa. Por otro lado, aspectos como la aceptación de la carrera, el perfil profesional requerido, la aprobación de exámenes y el prestigio institucional tuvieron menos influencia en la empleabilidad. En cuanto a los factores que dificultan

conseguir empleo, se identificó la falta de suficientes plazas de trabajo y la escasa experiencia laboral como los principales obstáculos. Otros factores como la oferta de trabajo poco atractiva, el desconocimiento del instituto y la falta de perfil solicitado tuvieron una menor relevancia.

En cuanto al estado laboral de los encuestados, se observó que un alto porcentaje de ellos no se encontraba laborando en el momento de la encuesta, lo cual refleja una situación de desempleo significativa. Sin embargo, un porcentaje considerable de encuestados sí tenía empleo, lo que indica que algunos han logrado superar las dificultades y encontrar oportunidades laborales.

Estos resultados resaltan la importancia de contar con conocimientos y habilidades adicionales, así como experiencia laboral, para mejorar la empleabilidad. También señalan la necesidad de abordar la falta de plazas de empleo y fortalecer la conexión entre la educación y el mercado laboral.

5. Análisis de datos

El análisis de resultados presenta una relación existente de las variables de acuerdo al instrumento aplicado.

De las 431 respuestas acerca de la brevedad para conseguir trabajo 155 respuestas del grupo que comenta que fue poco el tiempo para ya iniciar a trabajar o ya estuvieron trabajando, esto genera un promedio del 35,9% de los estudiantes graduados del Instituto Superior Universitario Vida Nueva acceden a un trabajo luego de haberse titulado, además 97 respuestas mencionan que han tardado más de dos años para conseguir trabajo, esto no es un factor directo de la calidad de educación recibida debido a que existen diferentes factores como: familiares, expectativas salariales, ambiente laboral, condiciones de trabajo.

De las 244 respuestas referente a los factores que facilitan conseguir un empleo después de la titulación se encuentran en el siguiente orden desde el más relevante:

- Otros conocimientos y habilidades.
- Experiencia laboral.
- Aceptación de la carrera en el mercado laboral.
- Requerimiento de la empresa con el perfil profesional.
- Aprobación de exámenes.
- Prestigio institucional.

Otros conocimientos y habilidades son los principales factores que facilitan conseguir un empleo, así como es sabido la experiencia laboral en las empresas. La investigación arroja que la oferta académica está en una media de aceptación en el mercado laboral, así como los perfiles profesionales presentados.

Entre los principales factores que dificultan conseguir empleo se encuentran:

- No hay suficientes plazas de empleo.
- Escasa experiencia laboral.
- Oferta de trabajo poco atractiva.

La falta de plazas de empleo es un factor común en varios países de la región, luego de atravesar la pandemia, en el caso de Ecuador se suma el aumento de la inseguridad y el crimen organizado aspectos que no benefician al desarrollo y progreso de una nación.

En relación a la falta de plazas de empleo y la necesidad de este existe una convergencia ya que, de 229 respuestas, 120 titulados mencionan que si trabajan en ámbitos relacionados a su profesión y 109 titulados no trabajan en actividades relacionadas a su profesión, esto se relaciona directamente a la medida media de aceptación en el mercado laboral de la oferta académica, no existen suficientes plazas de empleo en las carreras ofertadas, por el Instituto Superior Universitario Vida Nueva, esto hace que los estudiantes opten por trabajar en ámbitos no relacionados con su profesión para suplir sus necesidades.

6. Discusión

La inclusión de preguntas específicas sobre la relación entre los contenidos académicos y su relevancia para el campo laboral permitió identificar respuestas críticas de los profesionales graduados. Estas respuestas proporcionan información valiosa sobre las percepciones y experiencias de los graduados en relación a la pertinencia de su formación académica para el desempeño laboral.

Es importante la formación académica y profesional en la toma de decisiones de los profesionales, así como su impacto en la sociedad y el mercado laboral, ya que, al contar con una preparación holística, la incursión en el ámbito laboral va ser de mejor éxito. En la Constitución del Ecuador el enfoque a la educación superior es vital, no solo dentro de la formación académica, sino que busca que los estudiantes obtengan las herramientas, actitudes y habilidades de la parte práctica para que puedan incursionar en las áreas laborales y respondan a las necesidades del campo laboral, haciendo de los profesionales más competitivos y que busquen siempre una mejor preparación.

La metodología utilizada tiene un enfoque cualitativo-cuantitativo que incluye técnicas documentales, bibliométricas y de levantamiento de datos a través de una encuesta, herramienta que permite obtener información para retroalimentar a las Instituciones Educativas, permitiéndoles evaluar la efectividad de sus programas de estudio y realizar ajustes en función de los resultados obtenidos. Esto contribuiría al aseguramiento de la calidad de la educación y a la mejora continua de las actividades de investigación, garantizando que los graduados estén debidamente preparados para enfrentar los desafíos del campo laboral. Esta metodología permite obtener una visión completa del fenómeno estudiado.

Los resultados de la investigación se basan en el análisis de los datos recopilados a través de encuestas aplicadas a graduados de diversas carreras. Estos resultados proporcionan información sobre la percepción de los graduados en relación con la pertinencia de su formación académica para el campo laboral, de nuestros graduados del Instituto Tecnológico Universitario Vida Nueva.

Es importante tener en cuenta que también se identificaron respuestas críticas de profesionales graduados en la encuesta. Estas respuestas podrían indicar la existencia de brechas entre los contenidos académicos y las necesidades del campo laboral.

Es posible que algunos graduados sientan que la formación recibida no los ha preparado adecuadamente para enfrentar los desafíos y demandas del mercado laboral actual. Estos resultados respaldan la idea de que los cambios en los contenidos académicos deben tener en cuenta la relevancia para el campo laboral y fomentar el desarrollo de habilidades multidisciplinarias.

Los resultados obtenidos indican que los empleadores valoran las competencias complementarias que van más allá de la formación académica específica de la carrera. Esto sugiere que nuestros graduados poseen habilidades y conocimientos adicionales, obteniendo mayores oportunidades en la inserción laboral y destacarse en un mercado competitivo.

Estas respuestas proporcionan información valiosa sobre las percepciones y experiencias de los graduados en relación a la pertinencia de su formación académica para el desempeño laboral. En base a las respuestas críticas identificadas, se propone realizar acciones concretas para abordar las brechas y mejorar la formación académica en función de actualización de los contenidos curriculares, la implementación de programas de desarrollo de habilidades multidisciplinarias y el fomento de prácticas profesionales y pasantías que brinden a los estudiantes una experiencia laboral relevante.

La investigación permitió poder relacionar con investigaciones similares realizadas en nuestro país, como por ejemplo Análisis sobre la formación académica y el ejercicio profesional del psicólogo clínico en Ecuador el cual dio como un resultado notorio que existe un restringido acceso a los profesionales al campo laboral público y que en muchos de los casos solicitan mayor rango de estudios, lo cual con nuestra investigación al tratarse de un Instituto de Educación Superior con enfoque en el área práctica hace que nuestros estudiantes adquieran herramientas que les sirven para enfrentar las demandas laborales actuales y esto se refleja con los resultados de las encuestas, que demuestran que nuestros graduados han obtenido en la preparación profesional herramientas acordes a su profesión, en varios ámbitos, adicional es importante seguir en mejoraras para que los futuros profesionales adquieran habilidades cognitivas y prácticas que les permitan una verdadera inserción laboral.

7. Conclusiones

La formación académica posee un papel muy importante en relación al perfil profesional, ya que de acuerdo a las necesidades que se vean enmarcadas en entornode la región, esta puede adaptar propósitos y preparar a los estudiantes para un mundo globalizado y competitivo alineado a las demandas del mercado laboral y la sociedad para contribuir al desarrollo económico y sociedad.

La metodología utilizada en esta investigación, que combina enfoques cualitativos y cuantitativos, así como diversas técnicas de recolección de datos, ha permitido obtener una visión integral del fenómeno estudiado en el Tecnológico Universitario Vida Nueva. Al integrar tanto datos objetivos sobre la calidad de los programas académicos, como las perspectivas subjetivas de los participantes en cuanto a los factores que posiblemente le dificultaron conseguir empleo, competencias adecuadas, experiencia y demás, permite sugerir el incremento de convenios para prácticas laborales en organizaciones donde se les permita a los estudiantes desenvolverse en su campo profesional.

Los resultados obtenidos a través de la revisión de artículos y el análisis de indicadores como la empleabilidad de los egresados, la reputación académica de la institución y el diseño curricular, proporcionan información relevante sobre la calidad de los programas académicos del Tecnológico Universitario Vida Nueva. Esto permite aconsejar áreas de mejora, que pueden contribuir a la toma de decisiones para la mejora continua de los programas de estudio, además de sugerir cursos de capacitación continua para docentes y estudiantes. Adicionalmente, la encuesta diseñada y validada por expertos del Instituto ha permitido recopilar información directa de los participantes, obteniendo datos sobre su experiencia académica y su nivel de satisfacción con la institución educativa. Esta retroalimentación es fundamental para identificar aspectos que deben ser fortalecidos o modificados que permitan apuntalar a garantizar una formación académica de calidad y satisfactoria para los estudiantes.

El Instituto Superior Universitario Vida Nueva debe trabajar en función a las demandas del campo laboral, permitiendo que los futuros graduados cuenten con las competencias profesionales, teóricas como prácticas para que su desenvolvimiento profesional sea cada vez más productivo en pro de la sociedad, para lo cual es necesario sugerir la actualización continua de los contenidos curriculares como syllabus, guías prácticas, plantillas de trabajo autónomo y colaborativo utilizadas en la Institución.

La formación profesional fomenta la adquisición de habilidades transferibles, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, que son fundamentales en el mundo laboral actual, así mismo en el Ecuador el artículo 350 de la Constitución, establece que, el sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional, la investigación científica y tecnológica, la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas, y la construcción de soluciones para los problemas del país, con ello se establece que todas las IES deben procurar brindar una preparación profesional en respuesta las diversas y actuales demandas del campo profesional y en la vanguardia del mundo globalizado. De tal manera la investigación permitirá sugerir la adquisición de equipos, herramientas y materiales pertinentes a las carreras ofertadas por la Institución, mismas que permitan formar profesionales de vanguardia.

Referencias

Alamo-Larrañaga, K. (2023). Perfil profesional del egresado y su relación con la empleabilidad: estudio de caso en estudiantes de turismo de una universidad peruana. *Revista Amazónica de Ciencias Económicas*, *2*(2), 586. https://doi.org/10.51252/race.v2i2.586

Casanova, M. A. (19 de 09 de 2012). *EL DISEÑO CURRICULAR COMO FACTOR DE CALIDAD EDUCATIVA*. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/551/55124841002.pdf

ECUADOR, C. D. (20 de 10 de 2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL*

ECUADOR. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp- content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del- Ecuador_act_ene-2021.pdf

Fernández, R. (2020). Desarrollo de competencias profesionales en la educación superior. *Revista de Educación Superior*,87.

Galdeano Bienzobas, C., & Valiente Barderas, A. (01 de 2010). *Competencias profesionales.* Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v21n1/v21n1a4.pdf

García, M. (2022a). Advances in Bibliometric Techniques for Research Evaluation. *Journal of Scientometrics and Research Evaluation*, 287.

García, M. (2022b). Choosing Quality Educational Institutions. *Journal of Higher Education*, 451

Gutiérrez Paredes, J. J., & Gutiérrez Jofré, C. I. (15 de 12 de 2016). *Modelo para determinar competencias, perfiles,.* Obtenido de file:///C:/Users/A%20S%20U%20S/Downloads/Admin,+03- AKADEMEIA-Tema-2%20(1).pdf

Ibarra Rosales, G. (08 de 2005). *Ética y formación profesional integral.* Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/340/34004303.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

Martínez, J. (2020b). Experienced Faculty and Effective Learning. *Teaching and Learning in Higher Education*, *15*, 35

Maza Ávila, F. J., & Pérez González, M. D. (15 de 08 de 2015). *Pertinencia De La Oferta Educativa De La Zodes Montes De María Desde Sus Capacidades Productivas Y Económicas.* Obtenido de https://hdl.handle.net/11227/7776

Ones, L., & Brown, P. (2020). The Role of Academic Training in Professional Advancement. *Journal of Career Development*, 275.

Peláez Valencia, L. E., Montoya Ferrer, J., Gaviria Cano, A. S., & Acevedo Gómez, W.

d. (16 de 02 de 2015). *TENDENCIAS DE LA DE LA EDUCACIÓN*

Pérez, S. (2021). Staying Informed: A Key to Professional Growth. *Journal of Lifelong Learning*, 210.

Rodríguez, A. (2023). Continuous Professional Development in the Changing Landscape. *Professional Development Journal*, 55.

Smith, A., & Johnson, B. (2021). Bibliometric Analysis: Methods, Pitfalls, and Best Practices. *Journal of Research Evaluation*, 123.

Smith, K. (2021). Acquiring Specialized Knowledge for Informed Decision-Making. *Journal of Applied Professional Studies*, 120.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 30/09/2023
Aceitação/Acceptance: 20/11/2023

Cuadros de mando para identificar el nivel de autoridad e influencia de las principales cuentas de noticias en la ciudad de Cuenca en Ecuador utilizando X en el ámbito de la seguridad

Tracy Cárdenas-Arichábala[1], Diego Quisi-Peralta[3], Paul Guzhñay-Lema[1], Joseph Reinoso-Villa[1], Luis Paguay-Palaguachi[1] , Diana Arce-Cuesta[2]

tcardenas@ups.edu.ec; dquisi@ups.edu.ec; pguzhnay@est.ups.edu.ec; jreinosov@est.ups.edu.ec; lpaguay@ups.edu.ec; darcec@ups.edu.ec

[1] Grupo de Investigación en Transformación Digital y Ciencia de Datos, Universidad Politécnica Salesiana, 010102, Azuay, Ecuador

[2] Grupo de Investigación en Inteliggencia Artificial y Tecnologías de Asistencia, Universidad Politécnica Salesiana, 010102, Azuay, Ecuador

[3] atlanTTic Research Centre for Information and Communication Technologies, Department of Telematics Engineering, University of Vigo, 36310 Vigo, Spain

Pages: 594-607

Resumen: Este artículo aborda la identificación de cuentas de noticias influyentes en Cuenca, Ecuador, mediante Twitter (denominado como "X"). En la era de la Web 2.0, las redes sociales son fundamentales para la circulación de información y el discurso público. Con su crecimiento, evaluar la autoridad de cuentas de noticias es crucial. La metodología utiliza la API de "X" para extraer datos, centrándose en la seguridad pública en Cuenca. Se emplean métricas como la cantidad de publicaciones, retweets y "me gusta" para medir la influencia. El estudio identifica cuentas clave en función de su actividad, destacando "El Mercurio" y "ACueNoticias". Se presenta un panel interactivo que permite analizar en tiempo real las cuentas de noticias, mejorando la toma de decisiones, las relaciones con la comunidad y la seguridad en Cuenca al resaltar fuentes confiables y preocupaciones de seguridad. Se enfatiza la importancia de fuentes confiables y participación comunitaria para evaluar la influencia en el ámbito de la seguridad.

Palabras-clave: Cuadros de mando, Seguridad, Influencia, X, Confiabilidad

Dashboards to identify the level of authority and influence of the main news accounts in the city of Cuenca, Ecuador using X in the field of security

Abstract: This paper delves into the identification of influential news accounts in Cuenca, Ecuador, using Twitter (referred to as "X"). In the context of the Web 2.0 era, social media platforms have become pivotal for the dissemination of information and public discourse. With its burgeoning presence, the assessment of

news account authority becomes pivotal. The methodology leverages the API of "X" for data extraction, with a specific focus on public safety in Cuenca. Metrics such as the volume of posts, retweets, and "likes" are harnessed for the quantification of influence. The study discerns key accounts based on their engagement, prominently featuring "El Mercurio" and "ACueNoticias." An interactive panel is presented, enabling real-time analysis of news accounts. This fosters informed decision-making, augments community relations, and bolsters security within Cuenca by highlighting reputable sources and salient security concerns. The emphasis is placed on the significance of credible sources and community involvement in the evaluation of influence in the domain of security.

Keywords: Dashboards, Security, Influence, X, Reliability

1. Introducción

A lo largo de los años, la Web 2.0 ha experimentado un crecimiento, convirtiéndose en una plataforma importante para el intercambio de opiniones y el pensamiento entre usuarios (Williams, 2020). Esta evolución ha llevado a la utilización de herramientas de la Web 2.0 en diversos ámbitos, incluyendo la educación para mejorar las capacidades y adquirir habilidades de alto nivel (Fukuda, 2020). Además, se ha observado un enfoque beneficioso para los adultos mayores a través de la narración digital, que busca proporcionar distracción sin importar la edad (Hursen, 2021).

Por otro lado, ha surgido un fenómeno de rápido crecimiento en los últimos años en las redes sociales. Entre ellas, X antes denominada Twitter que destaca como una red que ha experimentado un crecimiento abismal, con más de 320 millones de usuarios registrados (Alexandrakis, Chorianopoulos & Tselios, 2020) .

Dentro de esta plataforma, los usuarios tienen la posibilidad de expresar sus pensamientos, ideas, ideologías políticas, religiosas, entre otros. A su vez, X se ha convertido en un medio de comunicación de noticias consultado frecuentemente por la comunidad, medios de comunicación en radio, televisión, revistas o periódicos que también utilizan esta plataforma para llegar a los consumidores de sus contenidos. No obstante, la libertad ofrecida por la plataforma también ha dado lugar a un uso inapropiado por parte de algunos usuarios (Acerca de Twitter | Nuestra empresa y prioridades, s. f.).

En ese sentido, se identificó una situación problemática que en general las personas tienen dificultades para determinar qué medios de comunicación en las redes sociales son confiables. Este problema se ha agravado con la proliferación de cuentas que se autoproclaman comunicadores de noticias o trolls, lo que a menudo complica la identificación de fuentes confiables (Bovet & Makse, 2019). Además, la libertad inherente a las redes sociales ha permitido la aparición de fenómenos problemáticos como el ciberacoso, el racismo, la discriminación y la xenofobia (Soto, Gonzales & Saines, 2022). En consecuencia, la necesidad de confiabilidad y autenticidad en la información en las redes sociales se ha vuelto más crítica que nunca.

El objetivo del presente artículo es la medición del nivel de autoridad y relevancia de las cuentas de X, la cual es esencial para propietarios de cuentas, empresas, comunicadores, analistas de medios y la ciudadanía en general (Carrasco, Martín, & Villar, 2021). Esta

métrica ofrece una valiosa perspectiva sobre la influencia y percepción de confiabilidad de una cuenta, ayudando a diseñar estrategias de contenido más efectivas, identificar posibles asociaciones de alto perfil para empresas y entender la dinámica de la comunicación en redes sociales (Pérez & García, 2018).

Es por ello, que, se propone un abordaje para la extracción de datos utilizando la API de X, estableciendo el tipo de noticias que se van a obtener y enfocándose en una temática específica como la seguridad pública de la ciudad de Cuenca, aspecto de mayor preocupación para la colectividad.

Para esto se toma como tema principal la seguridad en Cuenca, que con la ayuda de técnicas de extracción de datos se obtienen insights valiosos para la toma de decisiones, en lo que respecta a identificación de cuentas más influyentes de noticieros de X. Esto incluiría la identificación y clasificación de las cuentas que más publican sobre la seguridad en una determinada ciudad y la generación de cuadros de mando para facilitar la visualización y comprensión de la información.

En consecuencia, se presenta el siguiente artículo estructurado: En primer lugar, se discutirá la importancia y la necesidad de la identificación de cuentas influyentes. Luego, se detalla la metodología utilizada para la extracción y análisis de datos. Posteriormente, se presentarán y discutirán los resultados obtenidos, ofreciendo una visión profunda de cómo estas técnicas pueden ser implementadas y optimizadas. Finalmente, se proporcionará una conclusión general, alentando a futuras investigaciones y aplicaciones en este campo emergente de estudio.

2. Estado del Arte

El análisis de texto en Twitter se ha convertido en una herramienta valiosa para los medios de comunicación, proporcionando una fuente de información en tiempo real sobre las percepciones públicas y las tendencias emergentes (Montemayor, & García, 2021)

En este contexto, la minería de texto se utiliza para extraer información útil de texto no estructurado. Por ejemplo, involucra técnicas como la extracción de palabras clave, la detección de entidades y la clasificación de temas (Quisi, Robles, López, Chaglla & Chiluisa, 2018). En el caso de Twitter ha sido ampliamente utilizada para identificar tendencias y patrones en la conversación pública, esto permite a los medios de comunicación estar al tanto de los temas más relevantes y populares en un momento dado (Russell, 2011).

Por otro lado, el análisis de sentimientos es una técnica clave para comprender las opiniones y emociones del público sobre eventos o temas específicos. En el contexto de Twitter, permite a los medios de comunicación evaluar la percepción general hacia una noticia o evento en tiempo real. (Pang & Lee, 2008) proporcionaron un resumen completo de los enfoques utilizados en el análisis de sentimientos, que incluyen métodos basados en léxicos, aprendizaje automático y técnicas de procesamiento del lenguaje natural.

Además, el aprendizaje profundo ha demostrado ser altamente efectivo en el análisis de texto en Twitter, mediante el uso de redes neuronales y modelos de lenguaje

transformacionales, como BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) y GPT (Generative Pre-trained Transformer), es posible capturar la semántica y el contexto del texto de una manera más precisa y sofisticada (Ghojogh, & Ghodsi, 2020). Estos enfoques superan las limitaciones de las técnicas de minería de texto y análisis de sentimientos más tradicionales, permitiendo a los medios de comunicación obtener una comprensión más profunda de las conversaciones en Twitter (Müller, Salathé, & Kummervold, 2023).

La estructura de red de Twitter brinda oportunidades para el análisis de la red social, que puede ser útil para los medios de comunicación al comprender la difusión de la información y la interacción de los usuarios, estudiar las conexiones entre cuentas y analizar cómo se propagan los mensajes puede ayudar a los medios de comunicación a identificar influenciadores clave, comunidades de usuarios y patrones de difusión de noticias (Smith, 2014), en donde la información puede ser utilizada estratégicamente para mejorar la visibilidad y el alcance de los medios de comunicación en Twitter.

De esta forma, el análisis de texto en Twitter ofrece a los medios de comunicación una valiosa fuente de información en tiempo real (Cha, Benevenuto, Haddadi, & Gummadi, 2012). La minería de texto, el análisis de sentimientos, el aprendizaje profundo y el análisis de la red social son técnicas clave que permiten a los medios de comunicación comprender mejor las conversaciones y tendencias en esta plataforma. Al aprovechar estas técnicas, los medios de comunicación pueden obtener conocimientos más profundos y relevantes, lo que les permite tomar decisiones informadas y mejorar su participación y alcance en Twitter (González, 2017).

3. Metodología

Este componente es fundamental en cualquier investigación científica, ya que proporciona la estructura que guía la recopilación y el análisis de los datos, lo que permite una metodología bien definida y sólida asegura la validez y la fiabilidad de los hallazgos del estudio. En la figura 1 se presenta la metodología experimental aplicada.

3.1. Requerimientos y funcionalidades del chatbot.

En este contexto, para determinar las cuentas más influyentes en Twitter de acuerdo con la cantidad de posts, reposts y likes de cada tweet, es importante definir algunos requerimientos para asegurar el éxito del desarrollo. Aquí se presentan siete requerimientos fundamentales:

- **Acceso a la API de X:** Obtener credenciales de acceso a la API de X para poder realizar consultas y obtener datos de los posts y usuarios. Se debe realizar el registro como desarrollador en X y crear una aplicación para obtener las claves de acceso.
- **Librería de Tweepy:** Instalar y utilizar la librería de Tweepy para interactuar con la API de Twitter desde Python. Tweepy facilita la autenticación y el manejo de las consultas.
- **Búsqueda de cuentas relevantes:** Implementar la búsqueda de cuentas relevantes que se quieran analizar. Pueden ser cuentas de noticieros, influencers o cualquier otro tipo de cuentas que se considere importante para el análisis.

- **Recopilación de datos de posts:** Obtener datos relevantes de los posts, como la cantidad de posts, reposts y likes de cada cuenta. Se puede usar la función user_timeline para obtener los posts de cada cuenta.
- **Cálculo de métricas de influencia:** Definir una métrica de influencia que combine la cantidad de posts, reposts y likes de cada cuenta. Se puede asignar pesos a cada métrica para darles más o menos importancia según tus criterios.
- **Ordenamiento y selección de cuentas influyentes:** Ordenar las cuentas según la métrica de influencia calculada y seleccionar las cuentas más influyentes, por ejemplo, las 10 o 20 cuentas con mayor puntaje de influencia.
- **Presentación de resultados:** Presentar los resultados de manera clara y comprensible, por ejemplo, a través de gráficos o tablas que muestren las cuentas más influyentes y sus métricas correspondientes.

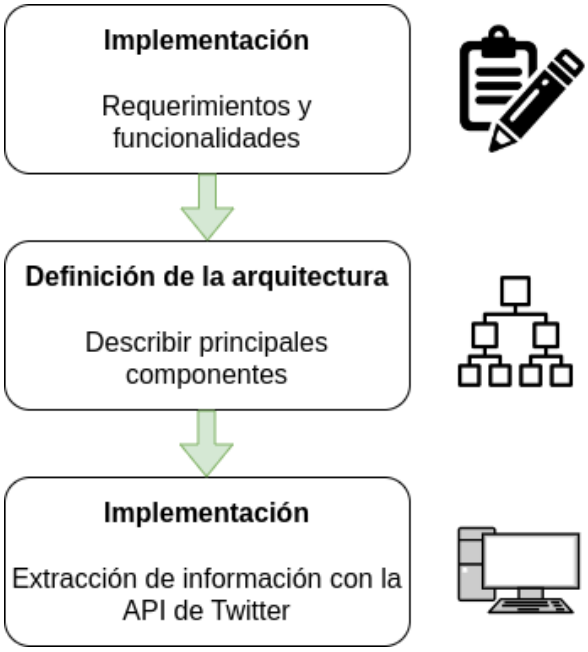


Figura 1 – Metodología Empleada

Estos requerimientos permitirán determinar las cuentas más influyentes en Twitter. Es importante destacar que se deben respetar las políticas y límites de uso de la API de Twitter para evitar problemas con la aplicación.

3.2. Propuesta de solución

La arquitectura que se visualiza en la Figura 2 comprende varios componentes interrelacionados, con el objetivo de obtener información detallada acerca de las cuentas de X, la cantidad de posts, reposts y “likes” asociados a cada una de ellas.

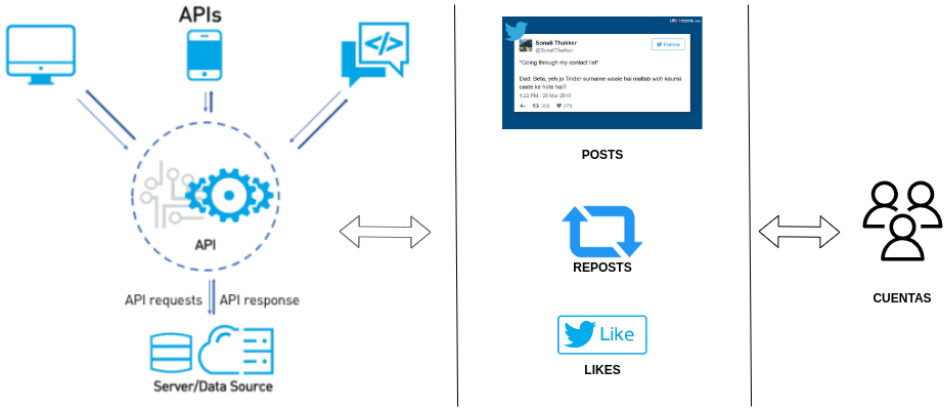


Figura 2 – Arquitectura para la recopilación de datos en X.

- **Interfaz de X API:** Este es el punto de partida de la arquitectura, donde se establece una conexión con la API de X para acceder a los datos requeridos. Se utilizan las credenciales de autenticación para obtener acceso a la API.
- **Extracción de datos de cuentas de X:** A través de la API, se extraen los datos de las cuentas de X. Esto incluye información básica como el ID de la cuenta, el nombre del usuario, la ubicación, la descripción del perfil, entre otros.
- **Extracción de datos de X:** Una vez que se obtienen los datos de las cuentas, se extraen los posts correspondientes a cada una de estas cuentas, se obtiene información como el contenido del tweet, la fecha y hora en que fue publicado, y el ID del tweet.
- **Extracción de datos de interacciones (reposts y likes):** A continuación, para cada tweet extraído, se obtiene información sobre la cantidad de reposts y "likes" que ha recibido.
- **Almacenamiento de datos:** Todos los datos extraídos se almacenan para su posterior análisis, en este caso se optó por almacenar los datos en MongoDB que es una base No Relacional.
- **Módulo de análisis:** Este componente se encarga de procesar y analizar los datos almacenados para determinar la influencia de las cuentas de Twitter.
- **Visualización de resultados:** Los resultados del análisis son presentados en un formato fácil de entender, generalmente en forma de gráficos o tablas.

Cada uno de estos componentes se interconectan para formar una arquitectura de extracción de datos de X robusta y eficiente, que permite identificar las cuentas más influyentes basándose en la cantidad de posts, reposts y "likes", Además orientar a medios de comunicación y ciudadanía en general en la identificación del nivel de autoridad y posicionamiento que tiene una cuenta de Twitter, especialmente en lo que respecta a la temática de seguridad pública.

La solución propuesta implica analizar y poder identificar las cuentas más influyentes en determinado tema de Twitter que con la ayuda de técnicas de extracción de datos orientados a los noticieros de la ciudad de Cuenca, se podrán obtener insights valiosos para la toma de decisiones.

3.3. Implementación

Los cinco pasos para cumplir con los requerimientos y desarrollar una solución para determinar las cuentas más influyentes en Twitter según la cantidad de posts, reposts y likes de cada tweet, son los siguientes:

- **Autenticación y configuración de la API de X**: Se realizó el registro de una aplicación en la plataforma de desarrolladores de Twitter y se obtuvieron las credenciales (Consumer Key, Consumer Secret, Access Token, Access Token Secret) que a través de la librería Tweepy se configuró la autenticación con estas credenciales para poder acceder a la API de Twitter desde Python.
- **Búsqueda de cuentas relevantes:** Se hizo la definición de los criterios para encontrar cuentas relevantes que para el análisis, para ello se parametriza las cuentas de noticieros, influencers, temas específicos, etc. Se utilizó la búsqueda de la API de Twitter para encontrar posts o cuentas relacionadas con tus criterios.
- **Recopilación de Datos de Posts:** Se utilizó la función User Timeline de Tweepy para obtener los posts más recientes de cada cuenta relevante, luego, de cada tweet se extrajo la cantidad de reposts y likes que ha recibido.
- **Cálculo de Métricas de Influencia:** Se hizo la definición de una métrica de influencia que tenga en cuenta la cantidad de posts, reposts y likes de cada cuenta.
- **Ordenamiento y Selección de Cuentas Influyentes:** Finalmente se ordenaron las cuentas según la métrica de influencia calculada en el paso anterior.

4. Evaluación y Resultados

Con el objetivo de identificar las cuentas más influyentes de noticias en la ciudad de Cuenca, mediante un enfoque riguroso y cuantitativo, se exploró distintos indicadores clave que permitan evaluar la relevancia y alcance de cada cuenta dentro de la comunidad digital.

En primer lugar, se examinó la cantidad de posts emitidos por cada cuenta durante el período de estudio, en donde se obtuvo como resultado las siguientes 20 cuentas listadas en la Figura 3.

Estos datos brindan una perspectiva inicial sobre la actividad y la producción de contenido de cada cuenta. Identificamos a la cuenta “El Mercurio” (@elmercurioec) como la más prolífica en términos de posts, con un impresionante total de aproximadamente 34,000 publicaciones, como se puede visualizar en la Figura 4.

```
Top 20 de cuentas de noticieros de Cuenca en Twitter:
1. elmercurioec
2. tomebamba
3. UNSIONTV
4. NuevoTiempoCue
5. Tendencias_Cuen
6. _REDInformativa
7. ACueNoticias
8. CodigoCuenca
9. GAYAVACA
10. johnnygj333
11. Academiatvec
12. magicafmecuador
13. FcomUCLM
14. complicefm
15. MISTERX47643009
16. PRENSAVirtual_
17. blakeca2
18. franjaInfo_Obv
19. WRadioec
20. radioactiva_ec
```

Figura 3 – Top 20 Cuentas de noticieros de Cuenca

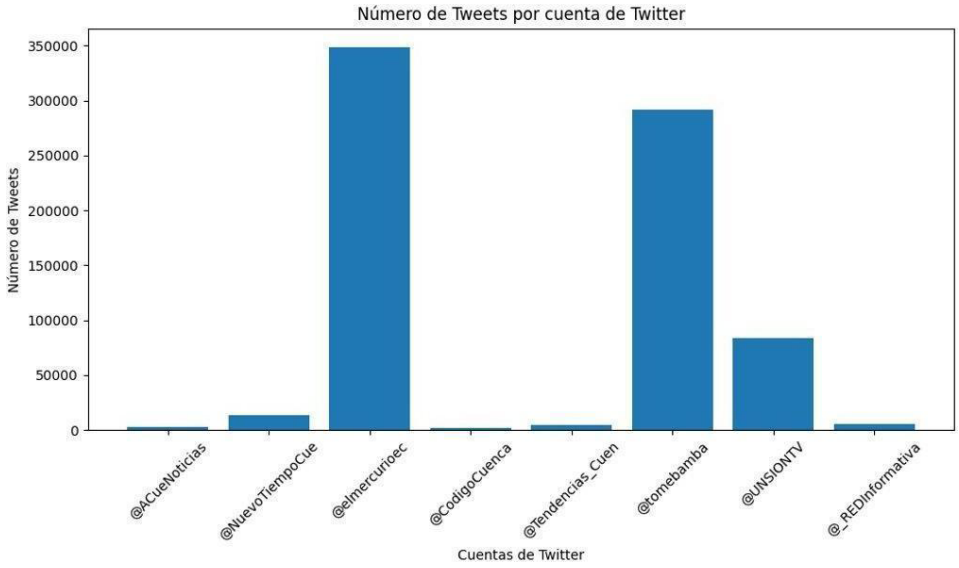


Figura 4 – Número de posts por cuenta de X

En el contexto de nivel de interacción y participación de la audiencia con el contenido generado por estas cuentas, se cuantificó la cantidad de reposts y likes obtenidos en 1000 posts seleccionados al azar para cada cuenta. Los resultados destacaron a la cuenta

"ACueNoticias" (@ACueNoticias) como líder en reposts, con un total de 120,000 reposts, seguida de cerca por "RedInformativa" (@RedInformativa) con 20,000 reposts como se puede visualizar en la Figura 5.

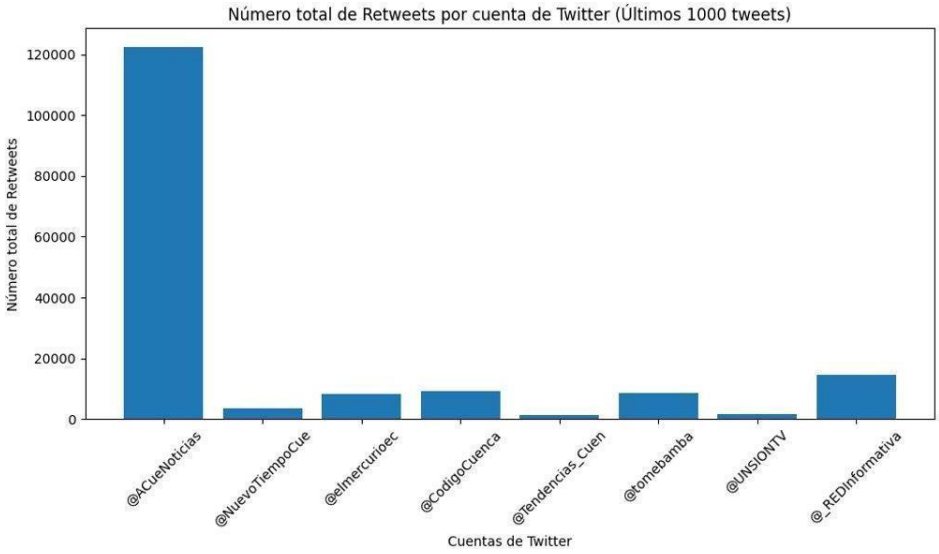


Figura 5 – Número de posts por cuenta de X

En cuanto a los likes, "RedInformativa" también encabezó la lista, recibiendo un total de 40,000 likes en los 1000 posts analizados, seguida por "Tomebamba" (@Tomebamba) con 25,000 likes como se muestra en la Figura 6.

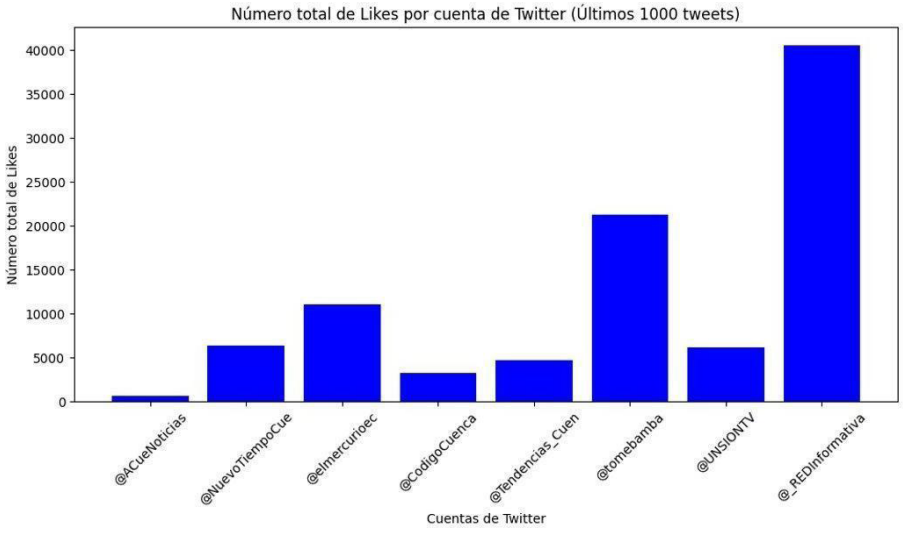


Figura 6 – Número total de likes por cuenta de X

Estos resultados cuantitativos proporcionan una visión sólida sobre la cantidad de interacciones que cada cuenta genera en la plataforma, y su capacidad para generar contenido que resuena con la audiencia. Sin embargo, para comprender plenamente la influencia de estas cuentas, también es importante considerar aspectos cualitativos, como la calidad del contenido, la relevancia de las noticias compartidas y la interacción con los seguidores.

Finalmente, presentamos un cuadro de mando interactivo que permite analizar el nivel de autoridad e influencia de las principales cuentas de noticias en la ciudad de Cuenca, Ecuador, con un enfoque específico en el ámbito de la seguridad. Este cuadro de mando se basa en datos recopilados de las cuentas de Twitter de estas organizaciones de noticias y proporciona una visión en tiempo real de su actividad en las redes sociales y su impacto en la comunidad que se puede visualizar en la Figura 7.

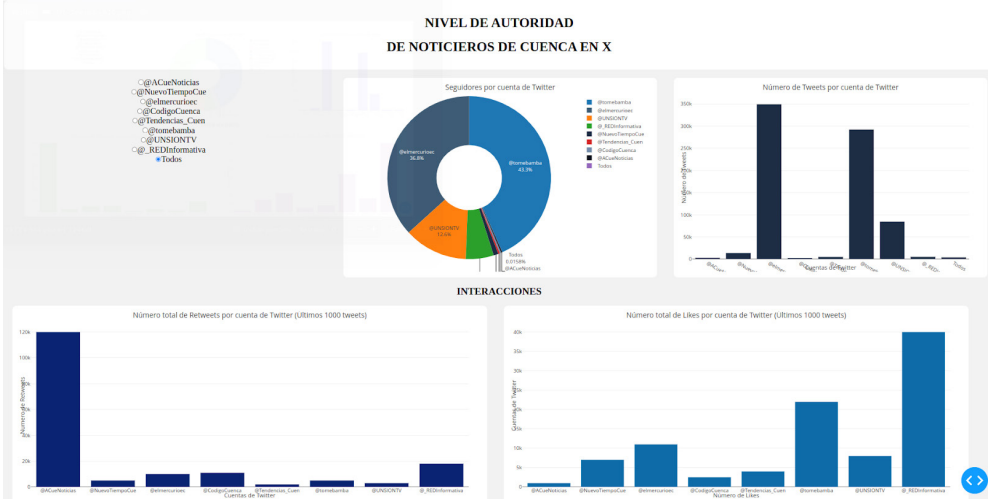


Figura 7 – Cuadros de mando Interactivos

Este cuadro de mando consta de varios elementos:

- **Selección de Cuentas:** Los usuarios pueden filtrar la información por cuentas de noticieros específicos que se deseen analizar, se muestra información adicional sobre el perfil de esa cuenta, incluyendo su nombre, descripción y el número de seguidores. Esto proporciona contexto adicional sobre la cuenta seleccionada como se puede visualizar en la Figura 8.
- **Seguidores por Cuenta:** Se presenta un gráfico de pastel que muestra la distribución de seguidores entre las cuentas seleccionadas. Esto ayuda a identificar cuáles cuentas tienen una base de seguidores más grande y, por lo tanto, potencialmente mayor alcance.
- **Número de Posts:** Un gráfico de barras muestra el número de posts publicados por cada cuenta de noticias. Esto permite comparar la actividad de las cuentas y comprender cuáles son las más activas en la plataforma.

- **Interacciones (Reposts y Likes):** Dos gráficos de barras separados muestran el número total de reposts y likes para cada cuenta, lo que indica el nivel de participación y compromiso de la audiencia con el contenido publicado.



Figura 8 – Filtro por Noticiero

Finalmente, este cuadro de mando no solo es una herramienta valiosa para evaluar la presencia en línea de las cuentas de noticias en Cuenca, sino que también puede ayudar a los investigadores, periodistas y profesionales de la seguridad a comprender mejor la dinámica de la información en la ciudad y a identificar las cuentas más influyentes en el ámbito de la seguridad.

4.1.Análisis y Evaluación

Basándonos en los resultados obtenidos de la extracción de datos de X para identificar las cuentas más influyentes de noticias en Cuenca, se realiza varios análisis desde distintas perspectivas:

- **Perspectiva de cantidad de posts:** El mercurioec es la cuenta con la mayor cantidad de posts, aproximadamente 34,000. Esta cuenta podría considerarse influyente en términos de la cantidad de contenido que produce y publica en X. Sin embargo, la cantidad de posts no siempre es un indicador directo de influencia, ya que también puede estar relacionado con la frecuencia y la consistencia de las publicaciones.
- **Perspectiva de reposts:** ACueNoticias obtuvo la mayor cantidad de reposts con 120,000, seguido por RedInformativa con 20,000. Esto indica que ACueNoticias genera contenido que es compartido y difundido ampliamente por los usuarios de X. Los reposts pueden ser un indicador de cuán relevante y valioso es el contenido para la audiencia y cómo este contenido se viraliza a través de la plataforma.
- **Perspectiva de likes:** RedInformativa lidera en esta categoría con 40,000 likes, seguido de cerca por Tomebamba con 25,000 likes. Los likes también

indican el nivel de aceptación y aprobación que tiene el contenido publicado en cada cuenta. Los likes suelen ser una forma de interacción más rápida y sencilla por parte de los usuarios, lo que indica el grado de engagement que generan las publicaciones.

5. Discusión

Para identificar las cuentas más influyentes, es recomendable combinar y ponderar estos resultados desde diferentes perspectivas. Una forma común de hacerlo es utilizando métricas normalizadas, como calcular el promedio ponderado de reposts y likes por tweet para obtener un índice de influencia general. También es importante tener en cuenta que la influencia puede variar según la temática y el alcance de cada cuenta.

Además de los datos cuantitativos, también es relevante considerar otros factores cualitativos, como la calidad del contenido, la interacción con los seguidores, el nivel de participación en conversaciones relevantes y el reconocimiento que la cuenta tiene dentro de la comunidad de noticias en Cuenca para obtener el grado de Autoridad dentro de X.

En este contexto, en la ciudad de Cuenca, el uso de cuadros de mando es una estrategia valiosa para evaluar el nivel de autoridad e influencia de las principales cuentas de noticias, estas herramientas visuales, también conocidas como paneles de control o dashboards, permiten recopilar, organizar y presentar datos de manera clara y concisa lo que permite tomar decisiones basada en información.

La interacción y participación de la comunidad también pueden ser indicadores significativos de la influencia de las cuentas de noticias, en donde los cuadros de mando analizan el nivel de comentarios, “likes” y compartidos en las publicaciones relacionadas con la seguridad, esto proporciona información sobre qué cuentas generan mayor interés y participación del público para obtener tener fuentes confiables.

Además, la cobertura y relevancia de las noticias que se publican en estas cuentas también podrían ser consideradas fuera del ámbito de seguridad y agregar aquellas cuentas que abarquen una amplia gama de temas relevantes para la ciudad y que brinden información de alta calidad.

Finalmente, para identificar las cuentas más influyentes de noticias en Cuenca, se debe tener en cuenta la cantidad de posts, la cantidad de reposts y likes obtenidos en relación con el número total de posts de cada cuenta, así como evaluar la calidad y relevancia del contenido y su impacto en la comunidad de usuarios de X.

6. Conclusiones

El uso de cuadros de mando en el ámbito de la seguridad en la ciudad de Cuenca, Ecuador, proporciona una herramienta efectiva para evaluar el nivel de autoridad e influencia de las principales cuentas de noticias para saber su veracidad y confiabilidad. Al considerar indicadores como la cobertura de incidentes, la calidad de las fuentes de información, la participación de la comunidad y la presencia en otros medios, se puede obtener una visión clara de la posición que ocupan estas cuentas en el panorama de la seguridad.

Los cuadros de mando permiten recopilar, organizar y visualizar datos relevantes de manera clara y concisa, lo que facilita la interpretación de resultados y la toma de decisiones informadas, esto permitió identificar las cuentas de noticias que presentan información completa, precisa y confiable en el ámbito de la seguridad, se puede establecer una base sólida para una comunicación efectiva y confiable en esta área para identificar fuentes confiables.

Por otro lado, al evaluar la interacción y participación de la comunidad, se puede determinar qué cuentas generan mayor interés y participación del público, lo que indica su influencia en la temática de seguridad, esto es útil para enfocar los esfuerzos de comunicación y promover una mayor conciencia y colaboración en la comunidad en relación con la seguridad que permita aminorar los fake news.

Es importante destacar que la presencia de estas cuentas de noticias en otros medios de comunicación también es un indicador importante de su nivel de autoridad e influencia ya que al ser citados o referenciados en otros medios demuestra que estas cuentas son reconocidas y consideradas como fuentes confiables en el ámbito de la seguridad dentro del país.

El objetivo final de utilizar los cuadros de mando en el ámbito de la seguridad es mejorar la calidad de la información proporcionada, fortalecer la relación entre los medios y la comunidad, y promover una mayor seguridad y bienestar en la ciudad de Cuenca que permita tomar decisiones informadas y conocer cuales son los casos más frecuentes dentro de la ciudad.

En última instancia, para seguir avanzando en la mejora de la seguridad y la calidad de la información, se requieren futuros trabajos que se centren en la evaluación a largo plazo, el análisis de tendencias, la validación de datos, la participación ciudadana, la colaboración interinstitucional y la comparación con otras ciudades. Estos esfuerzos continuarán fortaleciendo la seguridad y el bienestar de la comunidad de Cuenca y servirán como ejemplo para la implementación exitosa de cuadros de mando en otros contextos similares.

Referencias

Acerca de Twitter | Nuestra empresa y prioridades. (s. f.). Recuperado el 14 de septiembre de 2023, de https://about.twitter.com/es

Alexandrakis, D., Chorianopoulos, K., & Tselios, N. (2020). Older adults and web 2.0 storytelling technologies: Probing the technology acceptance model through an age-related perspective. International Journal of Human–Computer Interaction, 36(17), 1623-1635.

Bovet, A., & Makse, H. A. (2019). Influence of fake news in Twitter during the 2016 US presidential election. Nature communications, 10(1), 7.

Carrasco-Polaino, R., Martín-Cárdaba, M. Á., & Villar-Cirujano, E. (2021). Citizen participation in Twitter: Anti-vaccine controversies in times of COVID-19. Comunicar, 29(69), 21-31.

Cha, M., Benevenuto, F., Haddadi, H., & Gummadi, K. (2012). The world of connections and information flow in twitter. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans, 42(4), 991-998.

Fukuda, K. (2020). Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. International journal of production economics, 220, 107460.

Ghojogh, B., & Ghodsi, A. (2020). Attention mechanism, transformers, BERT, and GPT: tutorial and survey.

Hursen, C. (2021). The effect of problem-based learning method supported by web 2.0 tools on academic achievement and critical thinking skills in teacher education. Technology, Knowledge and Learning, 26(3), 515-533.

Müller, M., Salathé, M., & Kummervold, P. E. (2023). Covid-twitter-bert: A natural language processing model to analyse covid-19 content on twitter. Frontiers in Artificial Intelligence, 6, 1023281.

Montemayor Rodríguez, N., & García Jiménez, A. (2021). Percepción de los periodistas sobre la desinformación y las rutinas profesionales en la era digital. Revista general de información y documentación, 31(2).

Pang, B., & Lee, L. (2008). Opinion mining and sentiment analysis. Foundations and Trends® in information retrieval, 2(1-2), 1-135.

Pérez Curiel, C., & García-Gordillo, M. (2018). Política de influencia y tendencia fake en Twitter. Efectos postelectorales (21D) en el marco del Procés en Cataluña. El profesional de la información, 27(5), 1030-1040.

Quisi-Peralta, D., Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., Chaglla-Rodriguez, L., & Chiluisa-Castillo, D. (2018, June). Recommendation system of authorities and content based on twitter for language therapy through data mining techniques. In 2018 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) (pp. 1-6). IEEE.

Russell, M. A. (2011). Mining the social web: Analyzing data from Facebook, Twitter, LinkedIn, and other social media sites. " O'Reilly Media, Inc.".

Santiago González, M. (2017). Estudio de la influencia en la web 2.0 de las grandes marcas de los medios de comunicación.

Smith, M. A., Rainie, L., Shneiderman, B., & Himelboim, I. (2014). Mapping Twitter topic networks: From polarized crowds to community clusters.

Soto, J. M. A., Gonzales, H. Á., & Saines, V. B. (2022). Uso de una herramienta de NLP aplicada a la detección del ciberacoso en Twitter. Innovación y Software, 3(2), 81-90.

Williams, M. L. (2020). The adoption of Web 2.0 technologies in academic libraries: A comparative exploration. Journal of Librarianship and Information Science, 52(1), 137-149.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/09/2023
Aceitação/Acceptance: 17/11/2023

Propuesta metodológica para implementación de Inteligencia de Negocios como apoyo a la toma de decisiones en Pyme de México

Francisco Ledezma-Ibarra[1], Nora Osuna-Millan[2], Josue-Miguel Flores-Parra[3], Ricardo Rosales[4]

ledezmaj@uabc.edu.mx; nora.osuna@uabc.edu.mx; josue.miguel.flores.parra@uabc.edu.mx; ricardorosales@uabc.edu.mx

[1,2,3,4] Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California. 22427 Tijuana, Baja California, México

Pages: 608-621

Resumen: El objetivo de este artículo es proponer una metodología para la implementación de BI en una Pyme en México. La necesidad de contar con un sistema que obtenga y transforme los datos para presentarlos como información para la toma decisiones, ha llevado a los negocios de todos los tamaños a implementar BI en sus entornos. Sin embargo, para que un sistema de información como lo es BI sea implementado, es necesario contar con una metodología la cual establezca una serie de pasos sencillos y prácticos que se adapten a las necesidades y retos que comparten las Pymes en México. La propuesta de este artículo se compone de la combinación de la metodología en cascada, teniendo como base los procesos del estándar Pmbok y, por otro lado, el uso de la metodología ágil Scrumban en la fase de ejecución.

Palabras-clave: Inteligencia de Negocios (BI); Toma de Decisiones; Metodología; Pymes.

Methodological proposal for the implementation of Business Intelligence to support decision making in SMEs in Mexico

Abstract: The goal of this article is to propose a methodology for the implementation of BI in an SME in Mexico. The need to have a system that obtains and transforms data to deliver it as information for decision-making has led businesses of all sizes to implement BI in their environments. However, for an information system such as BI to be implemented, it is mandatory to have a methodology that establishes a series of simple and practical steps that adapt to the needs and challenges shared by SMEs in Mexico. The proposal of this article is made up of the combination of the waterfall methodology, based on the processes of the Pmbok standard and, on the other hand, the use of the agile Scrumban methodology in the execution phase.

Keywords: Business Intelligence (BI); Decision-Making, Methodology; SME.

1. Introducción

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), las pequeñas y medianas empresas (Pymes) son el 99.8 % de los establecimientos del país (INEGI, 2021). Las empresas suelen clasificarse por su tamaño, comercio y servicios. En una Pyme su clasificación más inmediata es por el tamaño de sus colaboradores. En la siguiente tabla, podemos observar la clasificación de las empresas en base a los 3 criterios antes mencionados.

Estrato	Industria	Comercio	Servicios
Microempresa	1-30	1-5	1-20
Pequeña	31-100	6-20	21-50
Mediana	101-500	21-100	51-100
Grande	500 en Adelante	100 en Adelante	100 en Adelante

Elaboración propia. Fuente Nacional Financiera

Tabla 1 – Clasificación de empresas por tamaño

Las Pymes pueden hacer el uso de la inteligencia de negocios como herramienta de apoyo en la toma de decisiones. Para esto, es necesario conocer los retos a los que estas se enfrentan, la relación entre inteligencia de negocios y una Pyme, así como las ventajas de contar con un sistema de BI en el negocio, como ya se mencionó, la inteligencia de negocios agrega valor a las compañías, sin embargo, para el sector de las Pymes en México el cual representa el 99.8% de los establecimientos del país, contar con una cultura que promueva un manejo y análisis de datos como lo es BI, representa una gran ventaja y oportunidad ya que realizar el análisis y establecer indicadores de rendimiento (KPI's) por medio de un tablero de control, dichos indicadores servirán para tomar decisiones que ayuden en el cumplimiento de los objetivos de la organización. Lo anterior plantea la necesidad de contar con una serie de pasos para la implementación de BI en un Pyme. El siguiente artículo, busca proponer una metodología como apoyo para la implementación de BI en una Pyme, y así generar valor en los datos para que estos puedan presentarse como información para la toma de decisiones.

2. Problemática

De Acuerdo con el estudio "LAS PYMES Y BUSINESS INTELLIGENCE EN MÉXICO" (Montalvo, 2018) la expectativa de vida de una Pyme en México es de 2 años en promedio. Esto se debe a obstáculos como acceso a tecnología que permita la mejora e innovación, competencia, compromisos fiscales, presupuesto limitado, rotación de personal, entornos fuertemente dinámicos, competitivos y volátiles.

Debido a lo anterior, contar un sistema tecnológico que permita transformar los datos históricos y actuales en información y que esta a su vez pueda convertirse en conocimiento, representa una gran ventaja respecto a otros negocios y competencia (Caseiro & Coelho, 2019).

Es de suponerse que cualquier organización o negocio se enfrenta a grandes desafíos y problemas tanto internos como externos, todo esto representa un gran reto para los tomadores de decisiones, sin embargo, para el tipo de empresa que engloba a las Pymes, los retos son aún mayores, ya que como se ha venido mencionando, estas suelen carecer de procesos establecidos, recursos económicos y humanos, es por eso que la toma decisión debe considerar hacer la mejor elección, por consecuente la inteligencia de negocios representa una ventana de oportunidades y ventajas competitivas.

3. Fundamentación

3.1. Inteligencia de negocios

En la actualidad existen cientos de sistemas que ayudan a las empresas con sus operaciones diarias, uno de los más usados son los sistemas de apoyo a las decisiones ó "Decissions Support Systems (DSS), sin embargo, el reto de manejar grandes cantidades de información y presentarla, llevó a la necesidad de contar con un concepto totalmente nuevo enfocado a los negocios, el cual pudiera procesar datos y convertirlos en información. En 1958, el investigador alemán de IBM "Hans Peter Luhn" planteó la necesidad de contar con sistemas de información automatizados y metodologías (Martinez, s.f). Esta fue la primera vez que se pensó en el concepto de inteligencia de negocios. En el libro "Introducción al Business Intelligence" se sugiere que el BI es una evolución del sistema de soporte a las decisiones (DSS, Decissions Support Systems) (Curto Díaz & Conesa Caralt, 2010), sin embargo, no fue sino hasta 1989 cuando Howard Dresden propuso un concepto más formal, el cual describe al BI como: *"Conceptos y métodos para mejorar las decisiones de negocio mediante el uso de sistemas de soporte basados en hechos"*.

Como lo menciona Salvador Ramos en su libro, "Es el conjunto de estrategias y tecnologías que ayudan a convertir datos en información de calidad, y esta es convertida en conocimiento, que ayude a una toma de decisión más acertada" (Ramos, 2011).

A pesar de que la Inteligencia de Negocios es un concepto bastante conocido, esta es principalmente utilizada por las grandes compañías, en las Pymes existe aún un amplio camino por recorrer esto puede deberse a varios factores, principalmente de recursos necesarios para su implementación. Guillermo Yuste menciona en su artículo "Tendencias del Business Intelligence en las empresas para 2022"(Guillermo Yuste Durán, 2022) que la democratización del BI, la aparición de nuevos avances y facilidades que nos ofrece la implementación de software de analítica, están creando una oportunidad enorme en este tipo de empresas.

La inteligencia de Negocios está poco a poco llegando a las Pymes como una innovación para poder tomar decisiones confiables de las organizaciones, con tendencias, patrones que ayuden a tener una empresa estable o crecer, y posicionarse en el mercado (Montalvo, 2018).

El uso de sistemas de BI son parte importante de las organizaciones ya que con estos se puede medir el rendimiento de departamentos, recursos y de la empresa en general (Gauzelina & Bentza, 2017). Además, con la llegada de la Industria 4.0 la cual se enfoca principalmente en la interconectividad, tecnología digital, IoT, ciencia de datos, la

cantidad de datos a analizar se multiplica exponencialmente, lo que convierte a los datos en una nueva clase de activo económico para las empresas(Tavera Romero et al., 2021).

3.2. Inteligencia de Negocios en las Pymes en México

Las Pymes en México igual que cualquier otra organización tienen riesgos y desafíos para su existencia. A diferencia de las grandes empresas, las Pymes (especialmente en México) presentan obstáculos económicos, culturales, sociales y tecnológicos.

Un estudio realizado por la Revista Forbes en el año 2018, el cual indica los retos de las Pymes, menciona en su "Reporte de crédito para las MiPymes en México"(David Arana, 2018) que los hallazgos principales de las Pymes son: Los retos de crecimiento y escalabilidad de los negocios, las necesidades del acceso al crédito, la falta de capital (a pesar de los programas Semilla del Gobierno Federal) y la escasez de inversión en tecnología y talento. De aquí el origen derivado de la necesidad de adoptar herramientas y procesos que puedan dar una ventaja competitiva con información analizada acerca del negocio y del medio en que se desenvuelven.

Corral Parra en su artículo (Montalvo, 2018), menciona que el BI está llegando a las Pymes en México como innovación, también menciona que no siempre estas herramientas y procesos son tomados en una iniciativa para corregir algún problema sino como oportunidad para poder contar con información confiable para la toma de decisiones.

La investigación "Identificando los principales factores relacionados con la implementación de inteligencia de negocios en Pymes" (Juan Becerra et al., 2020) menciona que las Pymes en México a diferencia de otros países, carecen de calidad en su información, procesos estandarizados y flujo correcto de información, los cuales representan una gran desventaja, los recursos económicos y tecnológicos son otras características que comparten las Pymes en México.

La Inteligencia de Negocios en las Pymes busca mejorar las carencias mencionadas anteriormente, proporcionando una ventaja competitiva.

3.3. Implementación de BI

Un aspecto relevante para que la inteligencia de negocios pueda tener mayores posibilidades de éxito, los mandos directivos y tomadores de decisiones deben estar involucrados, sin importar su giro, se debe procurar tener el interés por parte del dueño y sus gerentes por soluciones tecnológicas innovadoras, sumar a todos los interesados en el proyecto, se traduce en acceso a la información, toma de decisiones e involucramiento más directo, lo que lleva a que el resultado cuente con mayores probabilidades de éxito.

Es un hecho que no existe un instructivo o una serie de pasos únicos para la implementación de BI, estos van a depender de factores internos y externos a la empresa. Sin embargo, diversos artículos y casos sugieren bases y conceptos que sin importar el tipo de empresa o tamaño es necesario tener en cuenta al momento de su implementación, tal como se menciona en el artículo "La inteligencia de negocios y la analítica de datos en los procesos empresariales"(García Estrella et al., 2021), el cual sugiere 4 fases elementales para dicha implementación, empezando por una estructuración del problema, seguida

del mapeo de los procesos del negocio, en tercer lugar propone el fortalecimiento del análisis de negocios y por último la implementación de indicadores o KPI's. De modo similar, Lorena Castellanos (2022) en su artículo *"Guía rápida: como aplicar BI en una empresa"*, menciona que dichos factores internos y externos, pueden ser la base para aplicar un sistema de BI en una empresa.

Cabe destacar que Lorena menciona 6 factores esenciales en la implementación de BI en una empresa (*Analiza tu negocio y establece objetivos Smart, Establece indicadores claves de desempeño (KPI's) esenciales para medir y entender tus procesos, Determinar la fuente de información, Elegir la herramienta de BI adecuada, Capacita a tu equipo y ejecuta el análisis, Construye el hábito de ser consistente*).

Uno de los procesos más importantes en un sistema de BI según el caso de estudio *"Business Intelligence solution for a SME"*(Raj et al., 2016), es el proceso de ETL "Extract, Transform & Load", la calidad de los datos en un datawarehouse y el éxito de la implementación de BI recae en dicho proceso(Souibgui et al., 2019), el cual consta de 3 etapas o fases, en la tabla 2 se identifican estas fases, sus elementos de entrada, proceso y salidas.

En primer lugar, se encuentra el proceso encargado de extraer datos, dichos datos representan la materia prima de todo sistema de información, estos datos son recabados de diferentes fuentes y sistemas con los que cuenta la empresa.

En segundo lugar, está el proceso de "Transformación", en el cual, los datos recabados son depurados y transformados de acuerdo con los objetivos de la organización quitando aquellos irrelevantes.

En tercer lugar, el ETL carga los datos depurados y transformados en el Data Warehouse ó Data Mart, según (Ramos, 2011) este es como una base de datos que integra la información de toda la compañía de diversas fuentes previamente depuradas. En la imagen 1 se observa la interacción de los 3 procesos mencionados.



Imagen 1 – El proceso ETL explicado. Fuente: Informatica.com (Agosto, 2022).

Sin embargo, a pesar de que el ETL es el motor del proceso de BI, por sí solo no representa nada, teniendo en cuenta que el objetivo de un sistema de BI en una empresa y en especial en las Pymes es el apoyo a la toma de decisiones, dichos datos una vez procesados por el ETL deben ser presentados como información en un tablero de control al usuario final, de tal manera que el usuario pueda medir el progreso de los KPI's establecidos previamente, los cuales son indicadores visuales que ilustran cómo va el progreso en base a los objetivos. La intención de un KPI es que puedas evaluar el estatus actual de un métrico, versus un objetivo definido (Learn Microsoft, 2022).

Componente	Entrada	Proceso	Salida
Extracción	Fuentes de datos, sistemas transaccionales, hojas de cálculo, archivos de texto, etc.	Selección	Datos crudos (cargados en memoria)
Transformación	Datos crudos (cargados en memoria)	Limpieza, transformación, personalización, realización de cálculos y aplicación de funciones de agregación.	Datos formateados, estructurados y resumidos de acuerdo con las necesidades (aún en memoria)
Carga	Datos formateados, estructurados y resumidos de acuerdo con las necesidades (aún en memoria)	Inserción	Datos formateados, estructurados y resumidos con persistencia en el DW

Fuente: Técnicas de modelado de procesos de ETL (Bustamante Martínez et al., n.d.).

Tabla 2 – Descripción de los componentes del proceso ETL

El objetivo del BI, es poder contar con información que ayude a la toma de decisiones, sin embargo esto no puede lograrse sin la adopción de una herramienta de BI la cual apoye no solo en la creación del tablero de control, sino también en el proceso de ETL anteriormente mencionado, en una encuesta hecha por la revista Forbes a empresas en México menciona que el 22% de las empresas necesitan alguna ayuda y apoyo en la adaptación de la tecnología, en la actualidad existen muchas opciones de herramientas de BI en el mercado para todas las necesidades, en la imagen 2 podemos observar a las marcas líderes según Gartner, INC.

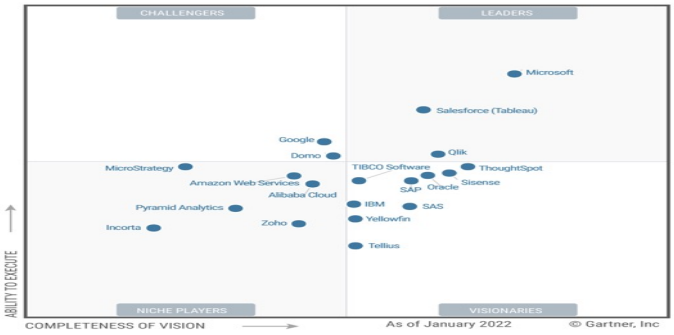


Imagen 2 – Marcas Líderes en herramientas de BI Gartner (Marzo, 2022)

4. Metodología Propuesta

La propuesta para que una Pyme en México implemente BI en su entorno consta de una metodología híbrida de creación propia, compuesta por la combinación en cascada

usando el estándar PMBOK, dicha metodología consiste en el uso etapas (fases) de manera secuencial tal como se observa en la imagen 4, en las cuales, el progreso se mide con el cumplimiento de los entregables previamente acordados (Milena Velásquez Restrepo et al., 2019). Por otro lado, se complementa el uso de la metodología Scrumban, la cual, se caracteriza por ser una mezcla de las metodologías ágiles: Scrum y Kanban, tal como se observa en la imagen 3.

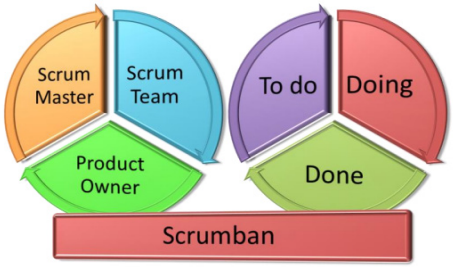


Imagen 3 – Scrum + Kanban ≈ Scrumban. Adaptado de Informática Económica "Analyzing Agile Development – from Waterfall Style to Scrumban" (p7), vol. 20, no.4/2016, Bucharest University of Economics, Romania

Scrumban apoya en el seguimiento de las actividades por medio de tableros y tarjetas, ya que hereda de Kamban el concepto de eliminar procesos innecesarios, así como de cargas excesivas en las tareas hacia los usuarios que puedan llevar a resultados no esperados (STOICA et al., 2016). Así mismo, Scrumban hará uso de funciones Scrum tales como: iteraciones de los procesos y priorización de las tareas.

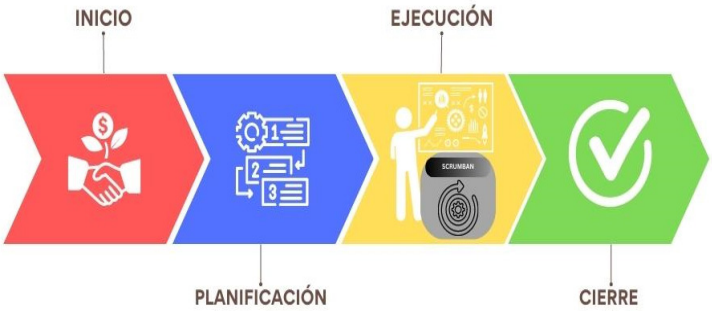


Imagen 4 – Metodología híbrida, fases del ciclo de un proyecto PMBOK + Scrumban (Elaboración propia). Adaptado de Project Life Cycle "Generic Phases" (p427), PMBOK guide sixth edition, 2017, Project Management Institute.

4.1. Desarrollo de la metodología híbrida para la implementación de BI

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la implementación está dividida en las 4 fases del PMBOK descritas a continuación y desglosadas más adelante.

Inicio: En esta fase se da comienzo con el proyecto, se identifican los interesados y trazan las líneas generales a seguir, todo esto tiene como resultado la creación del acta constitutiva del proyecto, la cual indica el arranque formal del mismo.

Planificación: Se establecen los objetivos por medio de la técnica Smart a cumplir, se definen las tareas a realizar y la asignación de estas, de igual manera se determinan los entregables del proyecto y así crear el WBS junto el cronograma necesario para la fase de ejecución.

Ejecución: Con el apoyo de funciones de la metodología Scrumban y de herramientas tecnológicas, se gestiona y da seguimiento a las tareas establecidas en la fase anterior mediante tableros de Kanban de acuerdo con el cronograma previamente realizado.

Cierre: Es la fase de finalización de todas las actividades del proyecto, en esta fase se da por concluido formalmente el proyecto, habiendo cumplido con los objetivos especificados en la planificación y en el acta constitutiva.

En la imagen 5 se observa el uso e integración de 13 de los 49 procesos de la guía PMBOK propuestos en esta metodología. Al ser la implementación de BI un proyecto con interacción con el cliente (stakeholders), esta propuesta contempla el uso de la metodología Scrumban en la fase de ejecución por medio de tableros Kamban así como de criterios de comunicación y seguimiento del proyecto apoyados de Scrum.

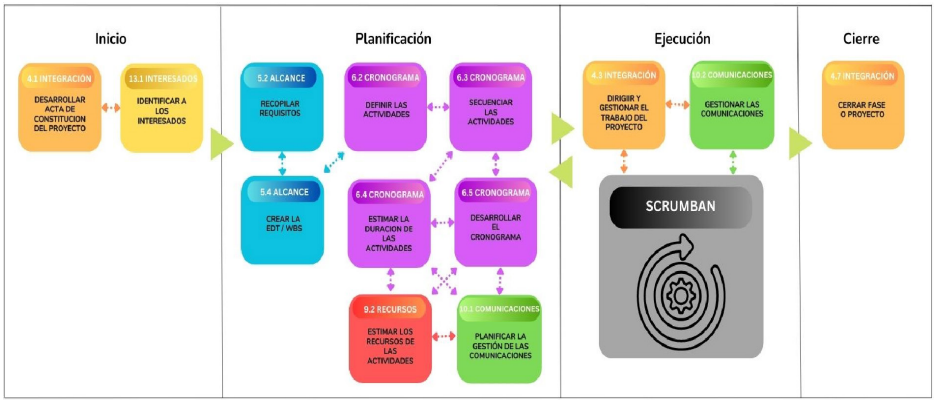


Imagen 5 – Metodología híbrida, 13 procesos PMBOK + Scrumban (Elaboración propia). Adaptado de Project Management Process Groups & Knowledge area Mapping (p432), PMBOK guide sixth edition, 2017, Project Management Institute.

4.2. Aplicación de la metodología

Antes de pasar a la fase de inicio, es imperativo tener un acercamiento previo con el cliente con el objetivo de identificar las necesidades, inquietudes y posibles interesados. A continuación, se desglosan los 13 procesos de la imagen 5 agrupados en las 4 fases del estándar Pmbok.

Fase de Inicio

1. Desarrollar el acta Constitutiva o Project Charter: El Acta constitutiva es un documento con el cual se formaliza la autorización del proyecto. En este, se plasma el objetivo del proyecto, alcance, los interesados, requerimientos.
2. Identificar Interesados: A través de reuniones y juicio de expertos, en este paso se identifican a los interesados del proyecto, sus intereses, interdependencias, influencias e impacto en el mismo.
   De igual forma, y con el apoyo de la imagen 6, se identifican a los interesados por su poder/influencia e Interés en el proyecto, esto con la finalidad de determinar su impacto positivo o negativo en el mismo, así como del tipo de comunicación a establecer.



Imagen 6 – Matriz Poder – Interés. Adaptado de ¿En qué Consiste el análisis de grupos de interés?, por Patrick Gregoire, Borealis, https://www.boreal-is.com/es/blog/analisis-de-grupos-de-interes/

Fase Planificación

1. Recopilar Requisitos: Dentro del proceso de recopilación de datos, se recaban y administran los requerimientos y necesidades de los interesados con el fin de cumplir con los objetivos, para llevar a cabo esta recopilación, se sugieren reuniones virtuales y presenciales, así como correos electrónicos para su seguimiento.
2. Crear el WBS: Realizar un desglose de la estructura de trabajo, en donde proyecto será quebrado en entregables, esto con el fin de definir las actividades por realizar. El objetivo de este paso es proveer la información a entregar.
3. Definir las Actividades: Esta etapa tiene por objetivo, enlistar todas las actividades a realizar, las cuales producirán los entregables mencionados en el punto anterior, esta metodología sugiere las actividades a continuación, sin embargo, estas pueden adaptarse de acuerdo con las necesidades de la empresa con el fin de cubrir los objetivos establecidos en el acta constitutiva.

   a. Definir Objetivos (Smart) estrategia de negocio: Por medio de reuniones, y entrevistas se definen los objetivos del negocio, esto sirve para determinar

los KPIs y por consecuente los gráficos a utilizar. Es importante mencionar que los objetivos deben ser definidos de manera clara mediante el método SMART.

b. Identificar y definir los indicadores de rendimiento clave (KPI's): Una vez establecidos los objetivos en el punto anterior, junto con los interesados, se escogen y determinan los KPI's a utilizar, los cuales serán los métricos de control de mostrar como apoyo a las decisiones.
c. Seleccionar la herramienta adecuada para crear el tablero de control: Es necesario seleccionar una herramienta de BI que ayude con el proceso de ETL y creación del tablero de control. En esta etapa se analizan y valoran los tipos de soluciones existentes y se hace la selección de la solución que más se adecue a las necesidades y requerimientos (se puede apoyar en la imagen 2 de este articulo).
d. Diseñar el tablero de control: Una vez determinados los objetivos del negocio del punto "a" e identificados y definidos los KPI's en el punto "b", se diseña el tablero de control. Dicho tablero será el encargado de mostrar los datos ya transformados en información en los KPI's seleccionados previamente.
e. Diseñar el Modelo de Datos: De acuerdo con los KPI's seleccionados, es necesario diseñar el Modelo de Datos, el cual consiste en identificar los tipos de datos y su fuente, así como las relaciones existentes entre estos.

   - ✓ Identificar las fuentes de información generadoras de datos relevantes (sistemas, archivos, BD y demás).
   - ✓ Identificar y describir las relaciones entre los datos existentes
   - ✓ Validar consistencia de los datos: En este paso se busca que todos los registros cuenten con la información suficiente de acuerdo con los KPIs a implementar.
   - ✓ Corroborar acceso compatibilidad de las fuentes de datos con la herramienta de BI para realización de proceso ETL.

f. Realizar el proceso de ETL: En esta etapa se hace la extracción y depuración de los datos, para obtener solo aquellos necesarios a mostrar en los indicadores de rendimiento del tablero de control.
g. Realizar Tablero de control: Con la herramienta elegida y KPI's acordados, se realiza el tablero de control. Dicho tablero consiste en la representación de los KPIs por medio de gráficos, los cuales proveen información real y precisa.
h. Capacitacitación: Se debe capacitar tanto a los usuarios finales como a todo interesado en el uso y mantenimiento de la solución, esto con el fin de lograr fomentar una cultura y compromiso en BI, así como una buena toma de decisiones mediante la lectura del tablero y sus indicadores.
i. Evaluar Usabilidad del tablero de control: Es una buena práctica tener la retroalimentación por parte de los interesados, esto con el fin de que la implantación de BI en la empresa sea un proyecto permanente.

4. Secuenciar las Actividades: En este proceso se identifican las relaciones entre las actividades a realizar, de la mano herramientas de gestión de proyectos, dichas

relaciones se secuencian de manera que se puedan identificar las dependencias entre unas y otras.
5. Estimar la duración de las actividades: En este proceso se estima el tiempo necesario para completar las actividades, con el apoyo del juicio experto de los interesados y el uso de herramientas de gestión de proyectos, se estima la duración de cada actividad, así como la ruta crítica del proyecto.
6. Desarrollar el Cronograma: Se desarrolla el cronograma, el cual tiene por objetivo crear un modelo de calendario de trabajo del proyecto con tiempo y recursos los cuales serán monitoreados y controlados.
7. Estimar los Recursos de las Actividades: Es el proceso de estimación de recursos de equipo y cantidades de materiales y equipamiento necesarios para llevar a cabo el proyecto. En esta etapa, por medio de Juicio experto, así como con el apoyo de herramientas de gestión de proyectos se identifican los recursos humanos necesarios, así como herramientas necesarias para completar las actividades en tiempo y forma.
8. Planificar la Gestión de las Comunicaciones: En este paso se establece un plan de comunicación, el cual contenga el tipo de comunicación a tener con cada uno de los interesados, el medio y la periodicidad.

Fase de Ejecución

1. **Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto:** En este paso se da seguimiento al cumplimiento de las actividades estipuladas previamente en el cronograma. Por medio de la metodología Scrumban, se usa un tablero de Kamban el cual puede ser desarrollado mediante un software de gestión, en el cual se crean tarjetas para todas las actividades descritas previamente y creadas en el WBS, validando su progreso y cumplimento, teniendo como resultado la presentación de los entregables.
2. Gestionar las comunicaciones: En este paso se busca mantener una comunicación clara, fluida y en tiempo en todo momento del proyecto. Esto se logra mediante el uso de herramientas de comunicación de mensajería instantánea, intercambio de correos, así como reuniones presenciales y virtuales.

Fase de Cierre

Cierre del Proyecto: En esta fase se da por concluido el proyecto, esto suele darse por medio de una reunión con todos los interesados del proyecto donde se anuncie y se dé un informe del cumplimiento de los objetivos.

6. Conclusiones

La inteligencia de negocios no es un producto o servicio, es un concepto el cual busca agregar valor en la toma de decisiones mediante la extracción y procesamiento de datos para convertirlos en información y esta información ser visualizada en reportes y/o tableros de control por medio de indicadores.

Con el apoyo de la metodología expuesta en este artículo, no solo se propone una guía para la implementación de BI, sino que se busca facilitar dicha implementación mediante

el uso de una metodología híbrida compuesta por metodologías de gestión de proyectos de cascada y ágil. Al usar como base 13 de los 49 procesos del estándar PMBOK, y los principios de Scrumban, esta metodología es una propuesta para la implementación de Inteligencia de Negocios en una Pyme en México.

Citando la investigación *Beneficios para las PyMEs a través de la Inteligencia de Negocios: Estudio de Caso en una PyME de Servicios para Eventos Sociales* (Gomez, Garcia, & Acosta, 2020) "No conocer las problemáticas reales de la empresa, no saber que tan grandes son los problemas de información y sólo implementar un sistema de soporte, daría como resultado un fracaso en la actividad, ya que el sistema requiere de un gran compromiso para recolectar datos que sean relevantes a las necesidades de la empresa, así se le hizo saber a los involucrados en la adopción de la plataforma".

En conclusión, las Pymes necesitan generar información para la toma de decisiones, y un sistema de BI representa un área de oportunidad para dicho objetivo, sin embargo, como en todo proyecto, contar con una metodología que ayude a su implementación con pasos sencillos y claros, basados en procesos del estándar Pmbok y las mejores prácticas de Scrumban, es una ventaja significativa a la que una Pyme puede acceder.

Por último, cabe mencionar que la metodología expuesta en este artículo se está implementando en una Pyme de tecnología en la ciudad de Tijuana Baja California, México.

Referencias

Bustamante Martínez, A., Amaru, E., Lista, G., & Carlos Gómez Flórez, L. (n.d.). ETL Processes modeling techniques: an alternatives review and its application in a BI solution development project. *Scientia et Technica Año XVIII*, *18*(1), 3–4.

Caseiro, N., & Coelho, A. (2019). The influence of Business Intelligence capacity, network learning and innovativeness on startups performance. *Journal of Innovation and Knowledge*, *4*(3), 1–2. https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.03.009

Curto Díaz, Josep., & Conesa Caralt, Jordi. (2010). Introducción al Business Intelligence. Editorial UOC.

David Arana. (2018). Pymes Mexicanas un Panorama para 2018. Https://Www.Forbes.Com.Mx/Pymes-Mexicanas-Un-Panorama-Para-2018/

García Estrella, C. W., Barón Ramírez, E., & Sánchez Gárate, S. K. (2021). La inteligencia de negocios y la analítica de datos en los procesos empresariales. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, *1*(2), 5–7. https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i2.167

Gauzelina, S., & Bentza, H. (2017). An examination of the impact of business intelligence systems on organizational decision making and performance: The case of France. Journal of Intelligence Studies in Business, 42.

Gomez, R. K., Garcia, A. F., & Acosta, E. G. (Noviembre de 2020). Beneficiospara las PyMEs a través de la Inteligencia de Negocios: Estudio de Caso en una PyME de Servicios paraEventos Sociales. REMAI, Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación, 6(3), 39-42.

Guillermo Yuste Durán. (2022). Tendencias del Business Intelligence en las empresas para 2022. Https://Www.Sage.Com/Es-Es/Blog/Tendencias-Business-Intelligence-Empresas/.

INEGI. (2020). Habitantes. Obtenido de cuentame.inegi.org.mx: https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tem

INEGI. (21 de 12 de 2021). ESTUDIO SOBRE LA DEMOGRAFÍA DE LOS NEGOCIOS 2021. Obtenido de www.inegi.org.mx: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EDN/EDN_2021.pdf

Juan Becerra et al. (2020). Identificando los principales factores relacionados con la implementación de inteligencia de Negocios en Pymes. Instituto Politecnico Nacional, Ciudad de Mexico. doi:ISSN: 2302-9285, DOI: 10.11591/eei.v9i1.1459

Learn Microsoft. (2022, August 15). Key Perfomance Indicator. Https://Learn.Microsoft.Com/En-Us/Power-Bi/Visuals/Power-Bi-Visualization-Kpi?Tabs=powerbi-Desktop.

Lorena Castellanos. (2022, July 20). Guía rápida: Cómo aplicar Business Intelligence en una empresa. https://simetrical.com/guia-rapida-como-aplicar-business-intelligence-en-una-empresa/

Martinez, R. (s.f). La Evolución: Business Intelligence, desde Hans Peter Luhn Hasta hoy. Obtenido de www.intersystems.com: https://www.intersystems.com/cl/wp-content/uploads/sites/5/2019/04/19_InterSystems_ElMercurioimp_19032019.pdf

Milena Velásquez Restrepo, S., David Vahos-Montoya, J., Ester Gómez-Adasme, M., Alexandra Pino -Martínez, A., Juliett Restrepo-Zapata, E., & Londoño-Marín, S. (2019). Una revisión comparativa de la literatura acerca de metodologías tradicionales y modernas de desarrollo de software A comparative review about traditional and modern software development methodologies. In *Medellín-Colombia Revista CINTEX* (Vol. 24, Issue 2).

Montalvo, C. P. (1 de 11 de 2018). Las Pymes y Business Intelligence en México. Obtenido de Boletin UPIITA: https://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/791-cyt-numero-69/1604-las-pymes-y-business-intelligence-en-mexico

Ramos, S. (2011). Microsoft Business Intelligence: vea el cubo medio lleno. Alicante: SolidQ.

Raj, R., Wong, S. H. S., & Beaumont, A. J. (2016). Business intelligence solution for an SME: A case study. IC3K 2016 - Proceedings of the 8th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management, 3, 41–50. https://doi.org/10.5220/0006049500410050

Souibgui, M., Atigui, F., Zammali, S., Cherfi, S., & Yahia, S. Ben. (2019). Data quality in ETL process: A preliminary study. *Procedia Computer Science*, *159*, 676–687. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.223

STOICA, M., GHILIC-MICU, B., MIRCEA, M., & USCATU, C. (2016). Analyzing Agile Development – from Waterfall Style to Scrumban. *Informatica Economica*, *20*(4/2016), 5–14. https://doi.org/10.12948/issn14531305/20.4.2016.01

Tavera Romero, C. A., Ortiz, J. H., Khalaf, O. I., & Prado, A. R. (2021). Business intelligence: business evolution after industry 4.0. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 18, pp. 1–2). MDPI. https://doi.org/10.3390/su131810026

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 23/09/2023
Aceitação/Acceptance: 29/11/2023

Análise de Feeds de Inteligência de Ataques DDoS sob a Ótica da Qualidade da Informação

Edvan Gomes da Silva[1], Alexander Andre de Souza Vieira[1],
Luiz Augusto dos Santos Pires[1], Robson de Oliveira Albuquerque[1],
Rafael Rabelo Nunes[1,2]

edvan402@gmail.com; aaalexander95@gmail.com; luiz.pires11@gmail.com; robson@redes.unb.br; rafaelrabelo@unb.br

[1] Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Elétrica – PPEE - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Brasília, Brasil - Zipcode 70910-900.

[2] Centro Universitário UniAtenas, Paracatu-MG, Brasil – Zipcode 38602-108.

Pages: 622-635

Resumo: A segurança de servidores web é uma preocupação crítica para organizações diante de ameaças cibernéticas, entre elas os ataques de negação de serviço distribuídos (DDoS). Em um ambiente onde a disponibilidade online é vital, informações confiáveis desempenham um papel crucial na proteção contra ataques cibernéticos. Nesse sentido, o uso de feeds de inteligência desempenha um papel preventivo crucial no reforço da segurança cibernética. Este estudo elaborou métricas para avaliar a qualidade de feeds de inteligência e utilizou essas métricas para analisar relatórios de empresas de segurança cibernética, focando em ataques DDoS recentes, buscando aprimorar critérios de avaliação da qualidade desses relatórios com o objetivo de auxiliar equipes de TI na tomada de decisão sobre sua utilidade na modelagem de ameaças e estratégia de defesa contra ataques DDoS. A análise revelou deficiências em completude, oportunidade e capacidade de ação, variando entre as fontes de informação. Essas descobertas têm implicações significativas para equipes de TI ao considerar a utilidade desses relatórios na modelagem de ameaças e estratégias de defesa contra DDoS.

Palavras-chave: Inteligência de Ameaça Cibernética; AlienVault; DDoS; Relatórios.

Analysis of DDoS Attack Intelligence Feeds from the Perspective of Information Quality

Abstract: Web server security is a critical concern for organizations facing cyber threats and among them there are Distributed Denial of Service (DDoS) attacks. Considering systems where online availability is crucial, reliable information plays an important role in protecting against cyberattacks. In this sense, the use of intelligence feeds helps strengthening cybersecurity. This work assessed cybersecurity reports, focusing on recent DDoS attacks, aiming to enhance metrics for evaluating the quality of such reports. To achieve this, metrics were developed

to evaluate the quality of the reports considered in this study. The main objective is to assist IT teams in decision-making regarding their utility in threat modeling and DDoS defense strategy. The analysis revealed deficiencies in completeness, timeliness, and actionable information, varying among different information sources. These findings have significant implications for IT teams when considering the utility of these reports in threat modeling and DDoS defense strategies.

Keywords: Cyber Threat Intelligence; AlienVault; DDoS; Reports.

1. Introdução

O avanço tecnológico e a digitalização das atividades impuseram desafios substanciais em relação à segurança da informação. Um dos desafios preeminentes enfrentados por organizações e indivíduos é o aumento dos ataques Distributed Denial of Service (DDoS), que buscam sobrecarregar sistemas ou redes, tornando-os indisponíveis para usuários legítimos (Akamai, 2023). No setor público, que é um alvo frequente de ataques cibernéticos, a segurança é de extrema importância (Georg et al., 2023). Portanto, é fundamental realizar planejamento de segurança e investimentos para se adaptar às novas realidades (Trinks et al., 2022).

Nesse contexto, os relatórios de Cyber Threat Intelligence (CTI) fornecem informações sobre as ameaças cibernéticas mais recentes, incluindo seus métodos, objetivos e vetores de ataque. Com essas informações, as organizações podem identificar possíveis pontos fracos em sua infraestrutura de segurança e tomar medidas para corrigi-los antes que sejam explorados por atacantes (Cisco, 2023).

Esses relatórios são elaborados por equipes especializadas em segurança. Normalmente fazem uso de um ciclo que envolve a coleta, análise e interpretação das informações sobre ameaças, vulnerabilidades e tendências no cenário de segurança cibernética. Por meio dos dados incluídos em relatórios de CTI é possível saber quem são os possíveis atacantes, como eles operam e quais são seus objetivos, além de obter insights valiosos para a prevenção, detecção e resposta a incidentes de segurança (TIVIT, 2023).

Em paralelo, a qualidade da informação tornou-se um aspecto crítico na era digital. Devido à ubiqüidade dos dados eletrônicos, a qualidade dos dados desempenha um papel crucial em todas as aplicações comerciais e governamentais. A qualidade dos dados é amplamente reconhecida como um fator crítico que impacta o desempenho dos processos operacionais (Eckerson, W. W., 2006).

Considerando tais aspectos, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise dos atributos de qualidade da informação presentes em relatórios selecionados sobre ataques DDoS, em particular, os disponíveis na plataforma Alien Vault. Para uma compreensão completa deste estudo, será apresentado os conceitos relacionados aos ataques DDoS, aos repositórios de CTI e à qualidade da informação. Os resultados mostram que algumas características de qualidade da informação evidenciam deficiências, mesmo diante da relevância e confiabilidade das fontes.

A pesquisa em questão segue uma estrutura que se desdobra em várias seções distintas. Além desta introdução, a seção 2 é dedicada à construção do arcabouço teórico, incluindo aspectos sobre DDoS e realizando uma revisão concisa dos conceitos relacionados

aos repositórios de CTI, além de abordar a conceituação da qualidade da informação, incluindo suas múltiplas dimensões. A seção 3 procede com uma revisão da literatura que engloba trabalhos previamente desenvolvidos sobre o tema abordado. A seção 4 descreve a metodologia empregada na condução deste estudo. A seção 5 apresenta de maneira sistemática os resultados obtidos e consequente análise. Por fim, a seção 6 consolida as descobertas obtidas ao longo da pesquisa e faz o fechamento do trabalho.

2. Referencial Teórico

2.1. Ataques Distributed Denial of Service (DDoS)

Os ataques DDoS têm suscitado crescente apreensão devido ao incremento em sua escala, como documentado por fontes como Cloudflare (2023), que relata a coordenação de um conjunto de dispositivos comprometidos capazes de gerar tráfego na ordem de terabits por segundo (Tbps). Adicionalmente, sua frequência tem demonstrado um aumento significativo, como evidenciado no relatório da (Radware, 2023), que apontam ocorrências de ataques dirigidos tanto a usuários domésticos quanto a entidades governamentais e empresariais

A finalidade desse tipo de ataque é sobrecarregar de maneira deliberada as capacidades de processamento e a largura de banda de alvos específicos. Isso é alcançado através do aumento significativo do tráfego de rede, utilizando malware que se propaga automaticamente, como os botnets (Gondim et al., 2020). Este fenômeno se caracteriza por uma configuração em três fases discretas, nomeadamente, recrutamento de dispositivos, disseminação de informações e execução do ataque, além da presença de quatro elementos distintos, conforme elucidado na investigação realizada por Mahjabin et al. (2017). Estes quatro elementos consistem no atacante, múltiplos controladores, múltiplos dispositivos zumbis e a vítima (máquina alvo do ataque).

Além disso, é importante ressaltar que os ataques podem ser categorizados em três principais grupos (Mahjabin et al., 2017). O primeiro deles busca esgotar os recursos de largura de banda dos canais de comunicação com a vítima (James, Kevin, 2023). O segundo grupo visa esgotar os recursos do sistema da vítima, incluindo memória, sockets e CPU (Liu et al., 2009). Por fim, temos os ataques zero day, que são aqueles que não possuem defesa prévia estabelecida (SentinelOne, 2021).

Existem diversas estratégias mitigatórias para prevenir ataques DDoS. Entre essas abordagens, destacam-se métodos de filtragem que são eficazes na abordagem de falsificação de endereço IP, como documentado em pesquisas anteriores, como os estudos de Ferguson e Senie (2000) e Jin et al. (2003). Outra tática relevante envolve a implementação de *honeypots*, concebidos para ludibriar os atacantes e colher informações destinadas a combater os ataques DDoS, conforme ilustrado no trabalho de Weiler (2002). Além disso, a distribuição equilibrada de carga entre os servidores, uma proposição apresentada por McMullin (2016), é uma estratégia adotada para mitigar esses ataques. Por fim, a conscientização dos usuários, especialmente em ambientes de segurança frágil, como ambientes de Internet das Coisas (IoT), desempenha um papel fundamental na prevenção de ataques DDoS.

A prevenção dos ataques é fundamental para defender grande parte dos ataques DDoS, porém ainda existirão atualizações e ataques com novas assinaturas. Para garantir a defesa nestes casos é necessário implementar mecanismos de mitigação como a detecção e resposta aos ataques (Mahjabin et al, 2017). Sobre a detecção pode-se usar mecanimos de detecção por assinatura, detecção por anomalia ou ambas em conjunto (Zekri, 2017). Já em relação a resposta aos ataques normalmente usa-se técnicas de filtragem ou limita-se a taxa de envio de pacotes por origem a depender da precisão dos mecanismos de detecção dos ataques (Kaspersky, 2022).

2.2. Qualidade da informação

A qualidade dos dados desempenha uma função de primordial relevância em todas as aplicações de caráter comercial e governamental, dado o amplo alcance da disseminação de dados eletrônicos, conforme (Batini et al., 2009). No cenário em constante evolução, marcado pela crescente complexidade das estruturas organizacionais, a importância da qualidade dos dados e da informação assume um caráter ainda mais preponderante para todas as instituições, influenciando de modo significativo as tomadas de decisão em todas as instâncias (O'Brien, 2015).

A classificação das dimensões relacionadas à qualidade dos dados tem sido amplamente explorada na literatura. No entanto, divergências significativas permeiam as definições da maioria dessas dimensões, resultantes da natureza intrinsecamente contextual da qualidade dos dados (Batini et al., 2009). O conceito de "adequação ao uso" emerge como um pilar fundamental na literatura sobre qualidade de dados, destacando a importância de adotar uma perspectiva centrada no consumidor dos dados em relação à qualidade, uma vez que é o próprio usuário final quem, em última análise, avaliará se a informação é ou não adequada para sua finalidade específica (Wang & Strong, 1996).

(Caltagirone, 2022) destaca que atualmente não existe uma ciência estabelecida para avaliar a qualidade dos relatórios de inteligência de ameaças. Entretanto, isso não significa que não seja possível criar uma forma de avaliação. Na verdade, as organizações precisam se esforçar um pouco mais para buscar características qualitativas que permitam avaliar periodicamente seus fornecedores de informações de inteligência de ameaças.

No estudo de Griffioen, Booij e Doerr (2020), é mencionado que Pawlinski e Kompanek propuseram uma taxonomia para avaliar a inteligência de ameaças através das dimensões de *Relevance*, *Accuracy*, *Completeness*, *Timeliness* e *Ingestibility*. Em sua publicação, (Caltagirone, 2022) propõe um acrônimo denominado CART - *Completeness, Accuracy, Relevance & Timeliness* e destaca a importância dessas dimensões para avaliar a qualidade dos provedores de informações de tecnologia da informação.

Roberts e Brown (2017) enfatizam duas dimensões essenciais: *Actionability e Credibility*. Na dimensão *Actionability*, os autores sustentam que os produtos de inteligência devem demonstrar utilidade prática, ou seja, fornecer informações precisas no formato apropriado, permitindo que o consumidor tome ações ou decisões mais informadas do que seria possível sem o auxílio do produto.

A dimensão *Credibility* realça a importância de possuir profundo conhecimento sobre o tema tratado, a fim de escrever com autoridade e de estar familiarizado com o público-

alvo. Isso é crucial para transmitir as informações de forma a atender às necessidades específicas da audiência. Os autores alertam que a ausência desses requisitos pode resultar em produtos de inteligência defeituosos e com baixa credibilidade, levando ao desperdício de informações valiosas que não são compreendidas devidamente (Roberts & Brown, 2017).

2.3. Repositórios de CTI

De acordo com Barnum (2012), o conceito de Inteligência de Ameaça Cibernética (CTI) surgiu como uma resposta preventiva a uma variedade de ameaças cibernéticas e vulnerabilidades de segurança. A CTI é um modelo de conhecimento baseado em evidências que engloba informações relacionadas a ataques cibernéticos, seus mecanismos, indicadores, danos previstos, contramedidas, ameaças futuras, riscos e ativos expostos a esses riscos.

Amoroso (2012) complementa a definição de CTI, afirmando que ela consiste em elementos como IPs, domínios, *hashes* de arquivos, bem como outros dados seguros, incluindo Inteligência de Fontes Abertas (OSINT), inteligência de mídias sociais e inteligência humana, entre outros. Quando combinados, esses elementos de CTI podem dar suporte a um mecanismo eficaz de prevenção de invasões para infraestruturas de Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia Operacional (OT).

O compartilhamento eficiente de CTI é de extrema importância para a detecção e prevenção de ameaças cibernéticas, uma vez que possibilita a criação de ferramentas automatizadas com recursos defensivos sofisticados e eficazes. Essas ferramentas analisam continuamente grandes volumes de CTI heterogêneas relacionadas às Táticas, Técnicas e Procedimentos (TTPs) dos invasores, bem como Indicadores de Comprometimento (IoC) (Appala et al., 2015).

Segundo Ramsdale et al. (2020), as fontes de CTI podem ser categorizadas como “fontes internas”, “observáveis de origem externa” e “inteligência de código aberto externa”. A CTI de fontes internas compreende eventos observáveis ocorridos na rede interna e nos hosts de uma organização, fornecendo indicadores de ameaças que ultrapassaram o perímetro de segurança, violaram as regras internas de controle de acesso, infectaram sistemas ou tentaram obter acesso a sistemas restritos.

Os observáveis de origem externa referem-se às CTIs obtidas de fontes abertas e gratuitas, com formatos e linguagens voltados para interpretação por máquina. Por fim, a inteligência de código aberto externa é obtida a partir de fontes publicamente disponíveis, contribuindo para a compreensão do cenário de ameaças, mas frequentemente apresenta desestruturação e uma abordagem mais voltada para o entendimento humano do que para máquinas.

Em um estudo conduzido por Ooshthoek et al. (2021), verifica-se que atualmente, a CTI ainda está em seus estágios iniciais e carece de processos bem definidos, o que resulta em consequências para sua utilização adequada. O estudo conclui que a análise na área da CTI muitas vezes é inadequada devido a falhas em sua metodologia, resultando em um produto de CTI falho devido a um processo também defeituoso.

Por outro lado, Gong et al. (2018) propõem um novo modelo para analisar a confiabilidade e validade dos dados de CTI, empregando uma análise comparativa entre os dados de CTI e apresentando critérios para avaliar a confiabilidade das fontes que fornecem dados de CTI. De acordo com esta abordagem, o uso do modelo proposto pode resultar em níveis razoáveis de segurança ao utilizar a CTI.

3. Trabalhos Relacionados

Existem diversas abordagens para avaliar fontes de CTI, e alguns trabalhos relacionados já abordaram esse tópico. A seguir, apresenta-se uma breve visão geral desses trabalhos.

No artigo de Schlette et al. (2020), é proposto um método para avaliar a qualidade dos artefatos de CTI, o que desempenha um papel crucial na eficácia da detecção e defesa contra ataques cibernéticos. Nesse trabalho, foram identificadas dimensões e métricas relevantes de qualidade, e uma ferramenta de análise de CTI existente foi aprimorada para tornar a avaliação de qualidade mais transparente para os analistas de segurança. O método introduziu um conjunto básico de dimensões, derivadas de dimensões de qualidade de dados amplamente aceitas, destacando a falta de controle de qualidade em plataformas de compartilhamento de CTI como um desafio significativo a ser enfrentado. Em resumo, essa abordagem representa um primeiro passo essencial em direção a uma metodologia abrangente de gerenciamento de qualidade para CTI.

O artigo intitulado "A Quantitative Evaluation of Trust in the Quality of Cyber Threat Intelligence Sources" (Schaberreiter et al., 2019) propõe uma metodologia baseada em parâmetros quantitativos para avaliar a qualidade das fontes de CTI. A abordagem busca facilitar o estabelecimento de confiança nas fontes de CTI por meio de uma avaliação ponderada que pode ser adaptada às necessidades e prioridades individuais de cada entidade. Embora a análise seja quantitativa, é importante observar que os parâmetros utilizados são uma adaptação das variáveis de qualidade dos dados, o que significa que, embora a abordagem seja quantitativa, ainda leva em consideração aspectos qualitativos importantes na avaliação da qualidade das fontes de CTI.

Em um estudo conduzido por Griffioen et al. (2020) para avaliar a qualidade dos *feeds* de Inteligência de Ameaças, são propostas quatro métricas (pontualidade, sensibilidade, originalidade e impacto) para avaliar a qualidade desses feeds ao longo de vários meses. Os resultados revelaram uma variação significativa no tempo de inserção de relatórios de atividades indesejadas nos feeds, variando de dias a meses após o início, o que surpreendeu os autores, dada a semelhança na sensibilidade na identificação de atividades. Além disso, o estudo destacou a falta de sobreposição de atividades nos *feeds*, levantando questões sobre se os feeds de CTI fornecem informações suficientes para combater atividades anômalas quando identificadas.

Outro fator importante que afeta a qualidade da CTI é o *feed* que a compartilha. Weissenfelt (2022) conduziu um estudo para determinar qual *feed* de CTI seria mais adequado para fins de ensino relacionados à cibersegurança. O estudo comparou a acurácia e o escopo dos eventos, bem como a facilidade de uso e implementação de diversos feeds, incluindo PhishTank, Dshield, Emerging Threats C&C, Emerging Threats - Compromised e AlienVault. Após análises detalhadas, todos os feeds mostraram-se

equilibrados quanto à qualidade da CTI gerada e à sua usabilidade. No entanto, optou-se por usar a ferramenta AlienVault devido à maior familiaridade com ela.

Em resumo, esses estudos oferecem abordagens variadas para avaliar a qualidade das fontes de CTI, considerando diferentes dimensões e métricas. Eles contribuem para o desenvolvimento de métodos mais eficazes de avaliação de CTI, essenciais para a segurança cibernética eficaz.

4. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos. O trabalho possui características exploratórias, já que seu principal objetivo é aprimorar ideias ou descobrir intuições, o que requer um planejamento flexível capaz de considerar vários aspectos relacionados ao fato estudado (Gil, 2009, p. 41). Ele é descritivo pois "consiste em investigações de pesquisa empírica cuja principal finalidade é o delineamento ou análise das características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas, ou o isolamento de variáveis principais ou chave" (Marconi e Lakatos, 2003, p. 187).

O estudo adotou uma abordagem predominantemente qualitativa, já que buscou compreender e explorar "universos de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes", ou seja, um espaço mais profundo de relações e fenômenos que não podem ser mensurados apenas pela operacionalização de variáveis (Minayo, 2002, p. 21).

Um total de 21 feeds relacionados a ataques DDoS no AlienVault foram analisados entre 6 e 12 de junho de 2023. Todos os feeds foram avaliados de acordo com seis dimensões de qualidade da informação, conforme a tabela 1.

Item	Descrição
Completude (Co)	Requer informações detalhadas sobre o ataque, como o tipo de ataque, origem, alvos, duração e outras informações relevantes
Oportunidade (Op)	Exige que o relatório seja emitido o mais rápido possível após o ataque, para que a equipe de segurança possa tomar medidas efetivas.
Credibilidade (Cr)	Pressupõe o uso de fontes confiáveis, como relatórios de organizações governamentais, grupos de pesquisa em segurança cibernética ou outras fontes reconhecidas.
Precisão (Pr)	Implica na disponibilização de informações precisas sobre o ataque, incluindo sua origem e técnicas utilizadas.
Relevância (Re)	Requer que o relatório forneça informações úteis para a organização, ajudando-a a identificar e mitigar ameaças específicas.
Capacidade de ação (Ac)	Exige que o relatório forneça orientações claras sobre as medidas de segurança a serem tomadas para mitigar o ataque.

Tabela 1 – Dimensões de qualidade da informação utilizadas

A análise dos feeds foi conduzida utilizando estatística descritiva, visando classificar a ordem dos feeds com base em um *rating* de até 6 pontos. A pontuação máxima é alcançada quando todas as 6 dimensões avaliadas na análise qualitativa estão presentes, adicionando um ponto ao *rating* para cada dimensão. Além disso, a estatística descritiva

será aplicada para explorar as relações entre o *rating* obtido e outras informações dos feeds, a fim de obter uma compreensão mais aprofundada do cenário analisado.

5. Resultados e Discussões

Os resultados da análise dos atributos de qualidade da informação, dos relatórios selecionados sobre ataques DDoS, na plataforma Alien Vault, estão apresentados na Tabela 2. A média das notas finais obtidas foi de 4,09 pontos. Verifica-se que apenas 10 relatórios obtiveram notas acima da média, e apenas 3 deles alcançaram a pontuação máxima de 6 pontos, indicando que eles possuem todos os atributos de qualidade da informação avaliados.

A nota final mais comum foi de 3 pontos, com 8 relatórios, seguida pela nota 5, com 7 relatórios. As pontuações menos frequentes foram 4 e 2 pontos, com 2 e 1 relatórios, respectivamente. Outro ponto relevante é que todos os relatórios receberam pelo menos um ponto, com nenhum deles recebendo a nota 0.

Relatório	Co	Op	Cr	Pr	Re	Ac	NF
Uncovering HinataBot: A Deep Dive into a Go-Based Threat	1	1	1	1	1	1	**6**
New Medusa Botnet Emerging Via Mirai Botnet Targeting Linux Users	1	1	1	1	1	1	**6**
Mirai Variant MooBot Targeting D-Link Devices	1	1	1	1	1	1	**6**
Prometei botnet improves modules and exhibits new capabilities in recent updates	0	1	1	1	1	1	**5**
KmsdBot: The Attack and Mine Malware	1	1	1	0	1	1	**5**
So RapperBot, What Ya Bruting For?	1	1	1	0	1	1	**5**
PYbot DDoS Malware Being Distributed Disguised as a Discord Nitro Code Generator	1	0	1	0	1	1	**4**
Typosquatting Campaign Targeting Python's Top Packages, Dropping GitHub Hosted Malware with DGA Capabilities	1	1	1	1	1	0	5
Rise in XorDdos: A deeper look at the stealthy DDoS malware targeting Linux devices	1	0	1	1	1	1	**5**
Moobot Strikes Again - Targeting Cacti And RealTek Vulnerabilities	1	1	1	1	1	0	5
Mirai Variant V3G4 Targets IoT Devices	0	0	1	1	1	1	**4**
NoName057(16) - The Pro-Russian Hacktivist Group Targeting NATO	0	1	1	1	1	0	4
ChinaZ DDoS Bot Malware Distributed to Linux SSH Servers	0	0	1	1	1	0	3
Kaiji Botnet Resurfaces, Unmasking Ares Hacking Group?	0	1	1	0	1	0	3
BB17 distribution Qakbot (Qbot) activity	1	0	1	0	1	0	3
Vulnerability Attack Threats on the Cloud	0	0	1	0	1	1	**3**
Who Broke NPM? Malicious Packages Flood Leading to Denial of Service	0	1	1	0	1	0	3

Relatório	Co	Op	Cr	Pr	Re	Ac	NF
Mirai Botnet and Gafgyt DDoS Team Up Against SOHO Routers.	1	0	1	0	1	0	3
MANGA aka Dark Mirai-based Campaign Targets New TP-Link Router RCE Vulnerability	0	1	1	0	1	0	3
Andoryu Botnet. A New Botnet Based on Socks Protocol	0	1	1	0	1	0	3
ShellBot Malware Being Distributed to Linux SSH Servers - ASEC BLOG	0	0	1	0	1	0	2

Tabela 2 – Análise dos atributos dos relatórios selecionados
Rótulos: Co – Completude; Op – Oportunidade; Cr – Credibilidade; Pr – Precisão; Re – Relevância; Ac – Capacidade de Ação; NF – Nota Final;

Na Figura 1, a distribuição dos 21 relatórios analisados mostra uma predominância notável nos atributos de credibilidade e relevância, presentes em todos os relatórios. A oportunidade é evidente em 13 relatórios, enquanto completude e precisão ocupam a terceira posição, com 11 relatórios cada. A capacidade de ação está presente em 10 relatórios.

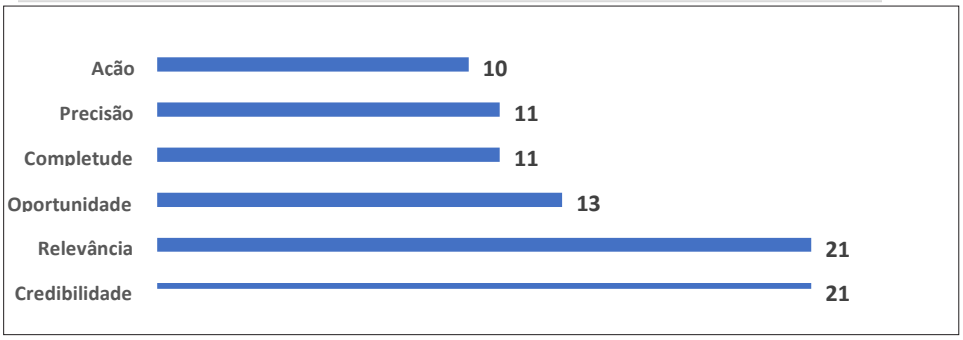


Figura 1 – Relatórios por atributo da qualidade da informação

Apesar da robusta presença em credibilidade e relevância, indicando fontes confiáveis e informações úteis, há lacunas de qualidade devido à ausência dos atributos de oportunidade, completude, precisão e capacidade de ação. O atributo de oportunidade revela a demora na disponibilidade das informações, a completude demanda mais detalhes sobre os ataques, incluindo origem e alvo, a precisão questiona a acurácia das informações sobre técnicas de ataque, e a capacidade de ação ressalta a necessidade de orientações mais claras sobre medidas de segurança para conter os ataques.

A distribuição dos relatórios coletados e analisados de acordo com as fontes digitais encontradas na plataforma Alien Vault é ilustrada na Figura 2. É possível observar que as fontes digitais que mais contribuíram com relatórios sobre ataques DDoS foram a Fortinet e a Asec, com 3 publicações cada. Em seguida, temos a Akamai, Sans e QiAnXin,

todas com 2 publicações. Essas cinco fontes digitais combinadas representam mais da metade dos relatórios selecionados. As demais bibliotecas digitais agrupadas na categoria “Outros”, apresentaram apenas 1 publicação, totalizando 9 relatórios.

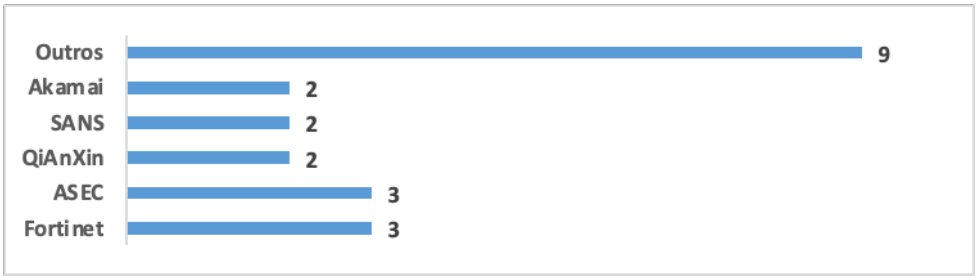


Figura 2 – Relatórios por fontes de informação

Esses resultados ressaltam a importância das fontes digitais como a Fortinet, Asec, Akamai, Sans e QiAnXin, na disseminação de conhecimento e pesquisa sobre o tema dos ataques DDoS. Essas fontes têm contribuído para a compreensão e o avanço nessa área, fornecendo informações para a comunidade de segurança cibernética.

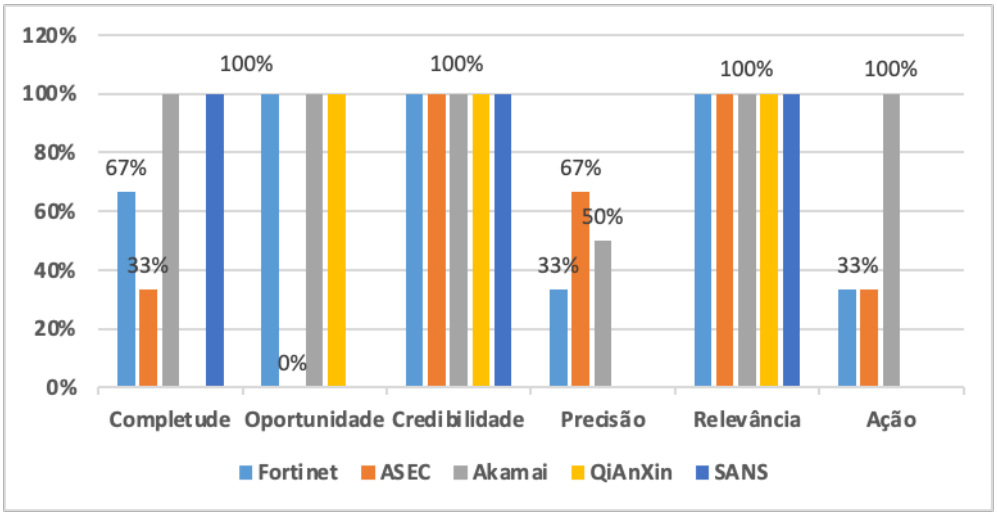


Figura 3 – Percentual dos atributos por fonte de informação

Na Figura 3, a análise cruzada das principais fontes de informação com os relatórios analisados revela a percentagem de publicações que possuem o atributo de completude. A SANS e a Akamai se destacam, tendo todos os seus relatórios com informações detalhadas sobre os ataques. A Fortinet e a ASEC possuem, respectivamente, 67% e 33%

de completude em suas publicações, enquanto a QiAnXin não alcançou a completude em nenhum de seus relatórios. Quanto ao atributo de oportunidade, que indica a rapidez na emissão dos relatórios após os ataques, a maioria das fontes atingiu 100%, com exceção da SANS, que não alcançou essa qualidade em nenhuma de suas publicações.

O atributo de credibilidade foi satisfatoriamente atendido por todos os relatórios analisados, baseando-se em fontes confiáveis. No entanto, em relação ao atributo de precisão, que aborda informações detalhadas sobre táticas e procedimentos utilizados nos ataques, apenas a Fortinet, ASEC e Akamai apresentaram relatórios com esse atributo, com taxas de 33%, 67% e 50%, respectivamente. As outras fontes não incluíram essas informações. Quanto à relevância, todos os relatórios de todas as fontes alcançaram 100%, indicando informações de alta importância para a identificação e mitigação de ameaças de DDoS. Finalmente, o atributo de capacidade de ação, que fornece orientações claras sobre a mitigação de ataques e medidas de segurança, foi melhor atendido pela fonte Akamai, com 100%, enquanto Fortinet e ASEC atingiram 33%. As demais fontes não incluíram informações sobre esse atributo, destacando a importância de relatórios abrangentes para orientações eficazes na proteção contra ataques e na implementação de medidas de segurança adequadas.

6. Conclusão

Este estudo teve como objetivo a análise dos atributos de qualidade da informação nos relatórios relacionados a ataques DDoS na plataforma Alien Vault. Foram avaliados 21 feeds específicos sobre ataques DDoS no AlienVault. A análise abordou seis dimensões de qualidade da informação, a saber: completude, oportunidade, credibilidade, precisão, relevância e capacidade de ação. Utilizou-se estatística descritiva para classificar os feeds com base em um *rating* de até 6 pontos, atribuindo um ponto para cada dimensão considerada na avaliação qualitativa. Adicionalmente, a estatística descritiva foi aplicada para investigar as relações entre o *rating* obtido e outras informações dos feeds, contribuindo para uma compreensão mais profunda do cenário analisado.

Os resultados da análise dos atributos de qualidade da informação revelam lacunas significativas, apesar da relevância e confiabilidade das fontes. Há deficiências em completude, precisão, oportunidade e capacidade de ação, variando consideravelmente entre as fontes de informação. É importante notar que nenhuma das fontes analisadas alcançou total precisão, conforme evidenciado ao avaliar separadamente a presença do atributo em questão.

No entanto, é necessário reconhecer as limitações deste estudo, uma vez que todos os atributos de qualidade foram tratados com igual ponderação na computação da nota. Para superar essa limitação, sugere-se em estudos futuros, adotar um método multicritério que permita a avaliação ponderada dos atributos. A atribuição de pesos apropriados a cada atributo de qualidade será baseada em entrevistas com profissionais especializados em Threat Intelligence, visando uma análise mais precisa e equilibrada da qualidade da informação.

Referências

Akamai (2023). “DDoS Attacks: Evolution.” https://l1nq.com/V64hT.

Amoroso, E., G. (2012). Cyber Attacks: Protecting National Infrastructure. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Appala, S.; Cam–Winget, N.; McGrew, D.A.; Verma, J.(2015). An actionable threat intelligence system using a publish–subscribe communications model. In Proceedings of the 2nd ACM Workshop on Information Sharing and Collaborative Security, Denver, CO, USA, 12–16 October 2015; pp. 61–70.

Barnum, S. (2012). “Standardizing cyber threat intelligence information with the structured threat information expression (stix),” MITRE Corp., vol. 11, pp. 1– 22.

Batini, C., Cappiello, C., Francalanci, C., & Maurino, A. (2009). Methodologies for data quality assessment and improvement. ACM Computing Surveys, 41(3), 1– 52.

Brown, R., & Lee, R. M. (2019). The evolution of cyber threat intelligence (cti): 2019 sans cti survey. SANS Institute. Available online: https://www. sans. org/white-papers/38790/.

Caltagirone, S. (2019). How to Evaluate Your ICS/OT Threat Intelligence Providers: Four Key Traits to Assess Intel Quality: Completeness, Accuracy, Relevance & Timeliness. Whitepaper. Dragos, Inc.

Cisco (2022). “Colaboração e Compartilhamento de Inteligência de Ameaças.” Distrito, Mar. 2022, https://l1nq.com/UHiig.

CloudFlare, Inc. (2023). Ataques DDoS famosos | Os maiores ataques DDoS de todos os tempos. CloudFlare. https://urx1.com/2WZFq.

Eckerson, W., W (2006). Data quality and the bottom line: Achieving business success through a commitment to high quality data. https://urx1.com/tV4Yy.

Ferguson, P., & Senie, D. (2000). RFC2827: Network Ingress Filtering: Defeating Denial of Service Attacks which employ IP Source Address Spoofing. RFC Editor, USA.

Georg, M.A.C., Rodrigues, W.M.S., Alves, C.A.M., Junior, A.S., & Nunes, R.R. (2023). Os desafios da Segurança Cibernética no setor público federal do Brasil: estudo sob a ótica de gestores de tecnologia da informação. https://ury1.com/6W12Z.

Gil, A. C. (2009). Como elaborar projetos de pesquisa (4a ed.). São Paulo, Atlas.

Gong, S.; Cho, J.; Lee, C. (2018). “A Reliability Comparison Method for OSINT.

Gondim, J.J.C., Albuquerque, R.O., & Orozco, A.L.S. (2020). Mirror saturation in amplified reflection Distributed Denial of Service: A case study using SNMP, SSDP, NTP, and DNS protocols. https://doi.org/10.1016/j.future.2020.01.024.

Griffioen, H., Booij, T., & Doerr, C. (2020). Quality Evaluation of Cyber Threat Intelligence Feeds. International Conference on Applied Cryptography and Network Security (ACNS).

Intelligence with Cyber Kill Chain for Adversarial Aware Security" Mathematics 10, no. 12: 2054. https://doi.org/10.3390/math10122054.

James, Kevin. (2023). What Is A Botnet?: Types Of Botnets Attacks, Examples & Prevention Measures. https://urx1.com/K6Udu.

Jin, C., et al.., (2003). Hop-count filtering: an effective defense against spoofed DDoS traffic. In Proceedings of the 10th ACM conference on Computer and communications security, 30-41.

Kaspersky. (2022). Spoofing de IP: como ele funciona e como evitá-lo. https://www.kaspersky.com.br/resource-center/threats/ip-spoofing.

Liu, J., Xiao, Y., Ghaboosi, K., Deng, H., & Zhang, J. (2009). Botnet: Classification, Attacks, Detection, Tracing, and Preventive Measures. In EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking (Vol. 2009, No. 1, p. 692654). doi:10.1155/2009/692654.

Mahjabin, T., et.al. (2017). A survey of distributed denial-of-service attack, prevention, and mitigation techniques. International Journal of Distributed Sensor Networks, 13(12), 1550147717741463

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2003). Fundamentos de metodologia científica (5ª ed.). Atlas.

McMullin M. (2016). DNS, load balancing and DDoS attacks. https://kemptechnologies.com/blog/load-balancingand-ddos-attacks/

Minayo, M. C. D. S. (2002). Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade. 21ª Edição. Petrópolis: Editora Vozes.

O'Brien, T. (2015). "Accounting" for Data Quality in Enterprise Systems. Procedia Computer Science, 64, 442-449.

Oosthoek, K.; Doerr, C. (2021). Cyber Threat Intelligence: A Product Without a Process?, International Journal of Intelligence and CounterIntelligence, 34:2, 300-315, DOI: 10.1080/08850607.2020.1780062

Radware. (2023). Radware Full Year 2022 Report: Malicious DDoS Attacks Rise 150%. Radware. https://urx1.com/n31ea.

Ramsdale, A.; Shiaeles, S.; Kolokotronis, N. 2020. "A Comparative Analysis of Cyber-Threat Intelligence Sources, Formats and Languages" Electronics 9, no. 5: 824. https://doi.org/10.3390/electronics9050824.

Roberts, S. J., & Brown, R. (2017). Intelligence-Driven Incident Response.

Schaberreiter, T., Kupfersberger, V., Rantos, K., Spyros, A., Papanikolaou, A., Ilioudis, C., & Quirchmayr, G. (2019). A Quantitative Evaluation of Trust in the Quality of Cyber Threat Intelligence Sources. Proceedings of the 14th International Conference on Availability, Reliability and Security.

Schlette, D., Böhm, F., Caselli, M., & Pernul, G. (2020). Measuring and visualizing cyber threat intelligence quality. International Journal of Information Security.

Sentinelone. (2021). Botnets: What They Are & How To Stop Them. https://www.sentinelone.com/cybersecurity-101/botnets/.

Trinks, V.d.M.D.; Albuquerque, R.d.O.; Nunes, R.R.; Mota, G.A. Strategic Assessment of Cyber Security Contenders to the Brazilian Agribusiness in the Beef Sector. https://doi.org/10.3390/info13090431.

Tivit (2023). "Cyber Threat Intelligence: o que é e como pode proteger grandes empresas?" Blog TIVIT, https://blog.tivit.com/cyber-threat-intelligence.

Validity Analysis," in IEEETransactions on Industrial Informatics, vol. 14, no. 12, pp. 5428-5435, Dec. 2018, doi: 10.1109/TII.2018.2857213.

Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. Journal of Management Information Systems, 12(4), 5-33.

Weiler, N. (2002). Honeypots for distributed denial-of-service attacks. In Proceedings. Eleventh IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 109-114.

Weissenfelt, Kati (2022). Open Cyber Threat Information Feeds for Cyber Security Education. Master's Degree Programme in Information Technology. Jamk – University of Applied Sciences.

Yamin, Muhammad Mudassar, Mohib Ullah, Habib Ullah, Basel Katt, Mohammad Hijji, and Khan Muhammad. 2022. "Mapping Tools for Open Source.

Zekri, M., et al. (2017). DDoS attack detection using machine learning techniques in cloud computing environments. In 2017 3rd international conference of cloud computing technologies and applications (CloudTech), 1-7.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 08/09/2023
Aceitação/Acceptance: 07/11/2023

Técnicas de Aprendizado de Máquina Interpretáveis na Predição de Evasão Escolar: uma revisão

Rodrigo Costa Camargos[1], Ismar Frango Silveira[2]

rodrigocamargos@hotmail.com; ismar.silveira@mackenzie.br

[1,2] Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rua da Consolação, 1302001, São Paulo, Brasil

Pages: 636-646

Resumo: A evasão escolar é um problema que tem afetado as instituições de ensino e sido tema de investigação de pesquisas na área da Inteligência Artificial em razão de sua natureza complexa e por estar associada a múltiplos fatores. As razões que levam os alunos à evasão são múltiplas e diversificadas e a sua compreensão pode contribuir para que sejam adotadas medidas para prevenir suas consequências. Técnicas de aprendizado de máquina têm sido aplicadas com intuito tanto de identificar as possíveis causas da evasão bem como mitigá-las por meio de monitoramento do desempenho acadêmico dos estudantes. Esta revisão busca ir além do levantamento de trabalhos que fazem uso dessas técnicas no contexto da evasão escolar; este trabalho tem como objetivo principal identificar técnicas de predição que sejam explicáveis para membros da comunidade escolar sem conhecimento prévio em Ciência da Computação ou em áreas correlatas.

Palavras-chave: inteligência artificial explicável; XAI; aprendizado de máquina; evasão escolar.

Interpretable Machine Learning Techniques in School Dropout Prediction: a review

Abstract: School dropout is an issue that has impacted educational institutions and been the subject of research in the field of Artificial Intelligence due to its complex nature and its association with multiple factors. The reasons leading students to dropout are varied and multifaceted and understanding them can help adopt measures to prevent their consequences. Machine learning techniques have been applied with the intent of both identifying the potential causes of dropout and mitigating them through monitoring students' academic performance. This review seeks to go beyond listing studies that utilize these techniques in the context of school dropout; its primary goal is to identify predictive techniques that are explainable to members of the school community without prior knowledge in Computer Science or related fields.

Keywords: explainable artificial intelligence; XAI; machine learning; school dropout.

1. Introdução

A expansão da educação profissional e tecnológica no Brasil trouxe à luz a necessidade urgente de monitorar o desempenho dos alunos nas disciplinas oferecidas por Faculdades de Tecnologia, Institutos Federais e Escolas Técnicas Estaduais estabelecidas recentemente. O monitoramento é crucial não apenas para avaliar a eficácia do ensino, mas também para antecipar os fatores que contribuem para a evasão escolar, que tem ramificações significativas para o futuro dos estudantes e, em última análise, para a sociedade em geral.

Identificar antecipadamente os alunos que correm risco de evasão permite que os educadores intervenham com estratégias pedagógicas direcionadas para auxiliar esses estudantes. Ao coletar e analisar dados desses perfis, podemos também prever o desempenho de futuros alunos com características semelhantes, permitindo uma intervenção ainda mais precoce e direcionada. Neste cenário, algoritmos e técnicas de aprendizado de máquina tornam-se ferramentas vitais, especialmente se baseados em dados representativos e de volume adequado. As Redes Neurais Artificiais (RNA) e outros modelos de aprendizado de máquina "caixa-preta" têm sido amplamente utilizados em aplicações educacionais. No entanto, sua natureza intrincada e a falta de transparência em suas decisões podem ser barreiras para sua adoção completa. Afinal, os educadores, administradores e *stakeholders* precisam entender como esses modelos chegaram às suas conclusões para confiar e agir com base em suas recomendações.

Desta forma, a Inteligência Artificial Explicável (XAI) surge como uma resposta à necessidade de tornar os processos decisórios dos algoritmos "caixa-preta" mais compreensíveis para os humanos. Ao adotar abordagens de XAI, buscamos tornar os sistemas de Inteligência Artificial (IA) não apenas eficazes em suas tarefas, mas também transparentes, interpretáveis e explicáveis, conforme destacado por Miller (2019). Isso é especialmente crítico no contexto educacional, onde as decisões tomadas têm impactos profundos e duradouros na vida dos alunos.

Esta revisão de literatura está estruturada da seguinte forma: A Seção 2 descreve o protocolo adotado neste trabalho. Na Seção 3, discutimos questões que surgem a partir das respostas às perguntas de pesquisa. A Seção 4 faz uma breve discussão dos artigos revisados. Por fim, a Seção 5 traz um resumo das conclusões e propostas de trabalhos futuros.

2. Protocolo

Os resultados discutidos nesta revisão de literatura foram modelados com base no protocolo de Briner e Denyer (2012). Este protocolo estabelece que a revisão deve seguir as seguintes etapas: planejamento, localização dos estudos, avaliação das contribuições, análise e síntese das informações, e relato das evidências e resultados. As questões de pesquisa, as bases de dados selecionadas, a *string* de busca, critérios de inclusão e exclusão, e os estudos selecionados são apresentados nesta seção.

Como será discutido na Seção 3, os achados evidenciam que, ao se integrar técnicas de interpretabilidade, como LIME (*Local Interpretable Model-Agnostic Explanations*) e

SHAP (*Shapley Additive Explanations*), a algoritmos de aprendizado de máquina tipo caixa-preta, como *Random Forest* (RF), XGBoost, e RNAs, é possível identificar os fatores que conduzem às predições de evasão escolar. Isso proporciona aos membros da equipe educacional tomarem decisões com maior confiança e transparência.

LIME é uma abordagem que se destina a explicar previsões individuais de qualquer modelo de aprendizado de máquina, independentemente de sua complexidade. Ele faz isso ao perturbar os dados de entrada e observar como as previsões mudam, possibilitando identificar quais características são mais influentes para uma determinada previsão. A ideia central é criar um modelo local de interpretação, usando os dados perturbados, que aproxima a previsão do modelo complexo. Ao fazê-lo, LIME fornece insights sobre por que um modelo fez uma certa previsão para uma observação específica. Por outro lado, SHAP se baseia na teoria dos jogos, especificamente nos valores de Shapley, que são uma forma de distribuir um "pagamento" total entre jogadores com base em suas contribuições individuais para o jogo. No contexto do aprendizado de máquina, o "pagamento" é a previsão do modelo, e os "jogadores" são as características de entrada. SHAP atribui a cada característica um valor que indica quanto ela contribuiu para a previsão específica de um modelo. Essa técnica oferece uma visão coerente e unificada da importância das características, permitindo uma compreensão mais profunda das motivações do modelo.

Ao aplicar LIME e SHAP a algoritmos classificados como "caixa-preta", como RF, XGBoost e RNAs, obtemos uma visão detalhada dos fatores que moldam as predições de evasão escolar. Este grau de clareza e compreensão é de enorme relevância, pois permite que os profissionais da educação tomem decisões informadas, promovendo transparência e aumentando a confiança nas intervenções propostas.

O sumário com os modelos de aprendizado de máquina aplicados na predição de evasão escolar e as respectivas técnicas para suas interpretações são apresentados na Seção 3.

2.1. Questões de Pesquisa

Como dito anteriormente, o objetivo deste artigo é apresentar uma revisão de trabalhos acadêmicos em que técnicas de predição de evasão escolar por meio de algoritmos de aprendizado de máquina do tipo caixa-preta (como, por exemplo, redes neurais artificiais) sejam interpretáveis ou explicáveis a membros de equipes educacionais sem conhecimento prévio em Ciência da Computação ou IA. Este trabalho busca então responder aos questionamentos apresentados na Tabela 1 a seguir.

Código	Questão
Q1	Quais são os modelos de aprendizado de máquina interpretáveis mais eficazes atualmente para predição da evasão escolar?
Q2	Na literatura recente, quais são as tendências e observações sobre o desempenho e interpretabilidade dos modelos de aprendizado de máquina na predição de evasão escolar, e como frameworks XAI têm influenciado a sua escolha e aplicação?

Código	Questão
Q3	Como explicações fornecidas por técnicas de interpretabilidade, tais como Permutation Importance (PI), Partial Dependence Plot (PDP), LIME e SHAP, podem ser utilizadas para projetar intervenções personalizadas para alunos em risco de evasão?
Q4	Como PI, PDP, LIME, Shapley Values (SV), e SHAP, enquanto técnicas de interpretabilidade, contribuem para a compreensão de predições em modelo de aprendizado de máquina no contexto de evasão escolar?

Tabela 1 – Questões de Pesquisa

2.2. Bases de dados

As bases de dados digitais consideradas para este estudo foram *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct*. O critério de busca utilizado está descrito na Tabela 2 a seguir:

***String* de Busca**
("XAI" OR "explainable artificial intelligence" OR "interpretable machine learning" OR "explainable machine learning") AND ("school dropout" OR "student dropout" OR "student at risk" OR "prediction of dropout")

Tabela 2 – Definição da *string* de busca

2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

Os seguintes critérios de inclusão foram definidos para filtrar os estudos que se enquadram no escopo da revisão: (1) A presença de alguma parte da *string* de busca no título ou resumo do artigo; (2) Artigos publicados no período entre 2019 e 2023; (3) Uma leitura do resumo para determinar se o artigo usa ou estabelece métodos de interpretabilidade para os modelos de aprendizado de máquina no contexto educacional; e (4) Artigos escritos em inglês. Qualquer artigo que não atenda a todos os critérios é excluído da revisão.

2.4. Estudos selecionados

A presente revisão foi realizada no período de 30 de agosto a 5 de setembro de 2023. A aplicação da *string* de busca nos repositórios *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct* retornou, respectivamente, 12, 3 e 2 estudos. Foram identificados 3 artigos duplicados nos 3 repositórios; após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, e remoção de arquivos duplicados, foram selecionados 12 estudos. Os modelos de aprendizado de máquina e as respectivas técnicas de interpretabilidade obtidas de cada artigo estão resumidos nas tabelas 3 e 4.

3. Análise das Questões de Pesquisa

Nesta seção serão respondidas as questões apresentadas na Seção 2.1 com base nos artigos selecionados nesta revisão de literatura.

3.1. Q1 - Quais são os modelos de aprendizado de máquina interpretáveis mais eficazes atualmente para predição da evasão escolar?

Na análise realizada, observou-se que a maioria dos estudos revisados optou por modelos de aprendizado de máquina categorizados como caixa-preta. Estes incluem uma variedade de algoritmos, desde redes como *Multilayer Perceptron* (MLP) e *Deep Neural Network* (DNN) até métodos de *boosting* como *Gradient Boosted Machine* (GBM) e *eXtreme Gradient Boosting* (XGBoost), além de técnicas populares como *Support Vector Machine* (SVM); ver Singh et al. (2023), Melo et al. (2022), Katsuragi & Tanaka (2022), Baranyi et al. (2020) e Katsuragi & Tanaka (2022).

Em contraste, foram encontrados estudos que adotaram modelos classificados como caixa-branca, que são inerentemente mais interpretáveis. Estes modelos abrangem algoritmos tradicionais como *Naive Bayes* (NB), *Logistic Regression* (LR) e árvores de decisão como *Decision Trees* (DT) e *Extremely Randomized Trees* (ExtraTrees); ver Petegem et al. (2023), Kostopoulos et al. (2021), e Albreik et al. (2022). Além disso, Kostopoulos et al. (2021) e Petegem et al. (2023) destacam que alguns modelos intrinsecamente interpretáveis, como regressão linear e regressão logística, apresentaram acurácias substancialmente altas, ultrapassando a marca de 80%.

Um desafio na análise foi a diversidade de contextos nos estudos. As variáveis, como os diferentes níveis de ensino (do infantil ao superior) e as modalidades (seja online ou presencial), adicionam complexidade na comparação direta da eficácia dos modelos. No entanto, foi possível identificar algumas tendências. Modelos como DNN, *Fully Connected Deep Neural Network* (FCNN) e XGBoost mostraram, em certos cenários, um desempenho consideravelmente mais elevado, especialmente quando comparados com modelos caixa-branca. Ver, por exemplo, os trabalhos de Albreiki et al. (2022) e Baranyi et al. (2020).

Em suma, é importante ressaltar que, enquanto muitos dos modelos de aprendizado de máquina empregados nos estudos não proporcionam interpretação direta e transparente, técnicas avançadas e *frameworks* como PI, PDP, LIME, SV e SHAP, foram frequentemente utilizados para extrair *insights* valiosos e tornar os resultados desses modelos mais acessíveis e compreensíveis.

3.2. Q2 - Na literatura recente, quais são as tendências e observações sobre o desempenho e interpretabilidade dos modelos de aprendizado de máquina na predição de evasão escolar, e como *frameworks* XAI têm influenciado a sua escolha e aplicação?

Conforme mostrado nas tabelas 3 e 4, dos 12 artigos examinados, apenas os estudos de Petegem et al. (2023) e Kostopoulos et al. (2021) destacaram um desempenho superior da regressão logística em comparação a outros modelos de aprendizado de máquina do tipo caixa-preta. Na literatura mais recente, modelos como MLP, DNN, XGBoost, RF e ExtraTrees predominam nas previsões de evasão escolar utilizando dados tabulares. Nota-se que ExtraTrees, um modelo *ensemble*, supera em interpretabilidade os modelos mencionados e, de acordo com Singh et al. (2023) e Albreik et al. (2022), apresenta desempenho satisfatório em predições de evasão escolar.

Com o desenvolvimento de novos *frameworks* XAI, o equilíbrio entre performance e transparência tem sido substituído por modelos que unem alta precisão e interpretabilidade, conforme evidenciado por Baranyi et al. (2020), Chou (2023) e Melo et al. (2022).

Autor	Algoritmo(s)	Técnica(s) de Interpretabilidade
Petegem et al. (2023)	Stochastic Gradient Descent, LR, SVM, e RF. O modelo LR apresentou o melhor desempenho.	Pesos dos atributos na regressão logística foram utilizados para expressar sua importância.
Singh et al. (2023)	XGB, RF, ExtraTrees, Light GBM, SVM Linear, Naive Bayes, e Multilayer-Perceptron. O modelo ExtraTree mostrou o melhor desempenho.	LIME e *heatmap* (mapa de calor).
Nagy & Molontay (2023)	CatBoost, LR (utilizado como baseline), XGBoost, Linear Discriminant Analysis, AdaBoost, NGBoost, Explainable Boosting Machine. O modelo CatBoost mostrou o melhor desempenho.	PI, PDP, LIME, e SV.
Krüger et al. (2023)	Decision Tree, LR, RF, AdaBoost, e XGBoost. O modelo XGBoost mostrou o melhor desempenho.	Foi utilizado o framework de interpretabilidade SHAP, no entanto, os autores destacaram a importância de usar modelos preditivos mais simples para fins de explicabilidade, mesmo que possam obter resultados inferiores.
Chou (2023)	DT, K-Nearest Neighbors, Grey Relational Analysis e DNN. Foi utilizada uma combinação de DT com várias DNN com o objetivo de otimizar o equilíbrio entre precisão e interpretabilidade.	PDP, LIME, e SV. *Model Grafting* e *Model Fusion* foram utilizadas para combinar um modelo global com diferentes modelos locais, aumentando a interpretabilidade.
Melo et al. (2022)	Somente o modelo DNN	Foram utilizados LIME, SHAP e SV.
Katsuragi & Tanaka (2022)	AdaNet, *Gradient Boosting Decision Tree* (GBDT) e DNN. O GBDT obteve o melhor desempenho.	Somente SHAP foi utilizado

Tabela 3 – Sumário dos modelos de aprendizado de máquina interpretável examinados nos 12 estudos

Autor	Algoritmo(s)	Técnica(s) de Interpretabilidade
Baranyi et al. (2020)	FCNN, *Gradient Boosted Trees*, BaggingFCNN, XBoost e RF (utilizados para *benchmark*). O FCNN foi superior aos outros modelos com acurácia de 72.4%.	Foram utilizados PI e SHAP.
Hlosta et al. (2022)	Gradient Boosted Machine	Somente LIME foi utilizado.
Nagy et al. (2019)	XGBoost e RF. O modelo XGBoost apresentou o melhor desempenho.	PI e SHAP.

Autor	Algoritmo(s)	Técnica(s) de Interpretabilidade
Kostopoulos et al. (2021)	*Adaptive Boosting* (AdaBoost), *Gradient Boosting* (GB) *Classification and Regression Tree* (Cart), ExtraTrees, *Linear Discriminant Analysis* (LDA), *Light Gradient Boosted Machine* (LightGBM), LR, RF. Os modelos GB, LightGBM, e LR obtiveram os melhores desempenhos.	Somente SHAP foi utilizado.
Albreik et al. (2022)	XGBoost (XGB), LightGBM, SVM, Naive Bayes, bagging, RF, MLP e ExtraTrees. O ExtraTrees apresentou o melhor desempenho.	O trabalho não especifica, mas faz uso de um *framework* inspirado no LIME.

Tabela 4 – Sumário dos modelos de aprendizado de máquina interpretável examinados nos 12 estudos

3.3. Q3 - Como explicações fornecidas por técnicas de interpretabilidade, tais como PI, PDP, LIME e SHAP, podem ser utilizadas para projetar intervenções personalizadas para alunos em risco de evasão?

Em Petegem et al. (2023), os autores relatam o desenvolvimento de um sistema de detecção precoce para identificar estudantes em risco de reprovação em cursos introdutórios de programação. O sistema oferece *insights* sobre quais práticas de programação promovem ou prejudicam o aprendizado e pode prever o sucesso/insucesso do estudante no início do semestre; os pesos induzidos pelo algoritmo de regressão logística são usados para determinar a importância de cada atributo na predição e como esse modelo é do tipo caixa-branca, não houve necessidade de utilizar outras técnicas ou *frameworks* para sua interpretação. No artigo de Nagy & Molontay, (2023) as técnicas de interpretabilidade PI, PDP, LIME e SHAP foram utilizadas para intervenções personalizadas, como recomendar cursos de reforço específicos ou sessões de tutoria para estudantes considerados em risco.

Em Hlosta et al. (2022), as previsões geradas pelo modelo GBM são disponibilizadas aos professores por meio de um painel web, que inclui tanto dados agregados quanto previsões individuais de cada estudante. Como o GBM não fornece explicações inerentes para suas predições, o LIME é usado para determinar os cinco principais fatores que contribuem para cada decisão de previsão. Albreik et al. (2022) discute um modelo que correlaciona o desempenho do aluno com resultados específicos de aprendizado do curso e seus tópicos. Com base nos checkpoints de desempenho identificados, ações de remediação personalizadas são sugeridas para ajudar os estudantes a melhorar seu desempenho acadêmico. Nagy & Molontay (2019) sugere uma aplicação web utilizando o XGBoost para identificar alunos em risco com base em suas notas do ensino médio. Esta aplicação pode recomendar sessões de tutoria, cursos de reforço e, usando valores de Shapley, aconselhar os alunos sobre habilidades que precisam aprimorar para o sucesso acadêmico.

3.4. Q4 - Como PI, PDP, LIME, SV, e SHAP, enquanto técnicas de interpretabilidade, contribuem para a compreensão de predições em modelo de aprendizado de máquina no contexto de evasão escolar?

Em Melo et al. (2022), os autores propuseram um índice de explicabilidade (IE_{XAI}) para avaliar frameworks XAI. O IE_{XAI} considera em seu cálculo 14 métricas para avaliar o

LIME, SV e SHAP. Essas métricas dizem respeito ao entendimento de como as variáveis de entrada são matematicamente mapeadas para a saída, visualização das características dos parâmetros, visualização de interações com o dataset, visualizações interativas, entendimento do motivo pelo qual um método é melhor que o outro, entendimento do que pode ser alterado em um modelo de forma que produza a saída desejada, apresentação da importância dos atributos, apresentação dos pesos dos atributos em cada decisão, geração de explicações locais *post hoc* de modelos caixa-preta, geração de explicações globais *post hoc* de modelos caixa-preta, compreensão de porque eventos não observados poderiam ter ocorrido, apresentação de explicações de forma simples, apresentação das probabilidades, e generalização do modelo de IA. Dentre as 3 técnicas avaliadas, o framework SHAP foi o que mostrou o valor mais alto para o índice (0,78) em comparação com o LIME (0,57) e SV (0,35). Os pesquisadores deste trabalho notaram que os atributos destacados pelo SHAP foram previamente identificados pelos explicadores LIME e SV. Além disso, esses atributos, em sua maioria socioeconômicos, são associados à predisposição dos alunos ao desligamento escolar.

No estudo realizado por Baranyi et al. (2020), os autores fizeram uso da técnica PI em que descobriram que o número de anos decorridos entre a formatura do ensino médio e a matrícula na universidade, se o programa é financiado pelo Estado ou é um programa privado, a pontuação de entrada na universidade, os resultados em matemática e o gênero são atributos importantes na tarefa de predição de evasão escolar. Por meio do framework SHAP, os autores perceberam que diferentes atributos afetam a probabilidade estimada de um estudante se formar. Uma demora maior entre a conclusão do ensino médio e a entrada na universidade tende a reduzir a probabilidade de formatura, provavelmente devido ao esquecimento de informações ao longo dos anos. Por outro lado, pontuações mais altas na prova de entrada (vestibular) da universidade e em provas de matemática são indicativos de uma maior chance de formatura. Além disso, disciplinas de humanas, como língua estrangeira e história, têm um impacto significativo nas previsões do modelo.

Segundo Nagy & Molontay (2023), o gráfico gerado a partir da aplicação do PDP mostrou uma relação entre as notas obtidas em exames de língua e literatura húngara e matemática. Esse estudo foi realizado em um contexto de uma faculdade politécnica, onde as habilidades matemáticas são essenciais. O gráfico PDP indica que, embora a matemática seja crucial, os alunos que têm boa nota no exame de língua húngara têm maior probabilidade de se formar. Isso sugere que, além das habilidades matemáticas, outras habilidades acadêmicas (como língua e literatura) também são importantes.

Em Chou, (2023) o PDP foi utilizado para aumentar a interpretabilidade de modelos DNN, mas os autores não informam especificamente como essa técnica foi utilizada no estudo. Os autores deste artigo propuseram ainda 4 modelos de interpretabilidade por meio de *Model Grafting* (em Português, Enxertia de Modelos) e *Model Fusion* (em Português, Fusão de Modelos): XAI-1, que combina o modelo DT com DNN; XAI-2, combina o modelo Gray Relational Analysis (GRA) com modelo DT; XAI-3, combina o modelo GRA com DNN; e XAI-4, que combina GRA com K-Nearest Neighbors (KNN).

Em suma, todos os artigos analisados nesta revisão fizeram uso de diferentes técnicas e *frameworks* de interpretabilidade e explicabilidade, no entanto, o LIME e SHAP tiveram maior destaque em razão da apresentação visual e simplificada, o que permite

uma compreensão mais rápida por membros de equipes educacionais sem expertise em modelos de aprendizado de máquina, em especial os modelos caixa-preta.

4. Discussão

Neste estudo, analisamos diversas técnicas utilizadas para interpretação de modelos de aprendizado de máquina, incluindo explicadores globais como PI e PDP, e explicadores locais como LIME e SHAP. Notou-se que PI e PDP foram empregados em 4 dos 12 estudos analisados. Entretanto, é crucial observar que estas técnicas apresentam limitações inerentes.

A aplicação do PI pode ser computacionalmente onerosa, especialmente em contextos que envolvam grandes conjuntos de dados ou modelos de aprendizado mais lentos. Isso ocorre devido à necessidade de realizar múltiplas predições para avaliar a importância dos atributos. Além disso, a aplicação da técnica PI traz alguns desafios quando consideramos a interdependência entre variáveis. Variáveis altamente correlacionadas podem ter suas importâncias subestimadas, já que a permutação de uma pode resultar no modelo ainda tendo acesso a informações similares por meio da outra variável. Tal colinearidade também afeta o PDP, o que pode comprometer a representação precisa da relação marginal de variáveis de interesse.

Em contraste, os explicadores locais LIME e SHAP mostraram-se proeminentes na literatura revisada. Estes *frameworks* XAI oferecem a vantagem de poder detalhar predições individuais, tornando-os particularmente úteis em cenários onde a análise de decisões isoladas é primordial, tal como ocorre em predições de evasão escolar. Diferentemente do PI, que fornece somente uma visão global de importância, LIME e SHAP são capazes de desmembrar a contribuição de cada atributo para predições específicas, permitindo uma compreensão mais aprofundada de como determinados atributos influenciam uma predição em particular.

Por fim, é importante destacar que a escolha da técnica de interpretação mais adequada está intrinsecamente ligada à natureza da questão investigada e ao grau de detalhamento requerido. Em situações que demandam uma visão geral da relevância dos atributos, PI pode ser pertinente. Já para compreender o efeito global de um recurso, o PDP pode ser indicado. Entretanto, quando se busca uma análise detalhada de predições individuais, técnicas como LIME ou SHAP surgem como opções mais apropriadas.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

No contexto da detecção precoce e intervenção em estudantes em risco de evasão escolar, a importância da interpretabilidade e explicabilidade de modelos de aprendizado de máquina é evidente. Técnicas como PI, PDP, LIME e SHAP não só elucidam os atributos chave que impactam o desempenho acadêmico, mas também oferecem entendimentos sobre a subsequente decisão dos estudantes de permanecer ou abandonar os estudos. Especificamente, LIME e SHAP têm se destacado em estudos recentes devido à sua capacidade de apresentação visualmente intuitiva e compreensiva. Esta simplificação se mostra essencial na prática, pois proporciona *insights* imediatos para equipes educacionais, principalmente para aqueles membros sem uma profunda expertise em

modelos de aprendizado de máquina. Essa transparência facilita decisões estratégicas e permite intervenções mais personalizadas, alinhadas às necessidades específicas de cada aluno.

A interpretabilidade, em seu estado atual, já oferece ferramentas valiosas para a educação, mas a área continua em evolução e muitas questões permanecem em aberto. Algumas direções possíveis para pesquisas futuras incluem:

- **Eficácia de Explicadores**: Examinar em maior profundidade como as equipes educacionais percebem e utilizam as informações proporcionadas por técnicas de interpretabilidade.
- **Personalização**: Aprofundar estudos sobre a adaptação destas técnicas para contextos educacionais específicos, considerando particularidades de diferentes ambientes e necessidades dos estudantes.
- **Interpretabilidade Inerente vs. *Post Hoc***: Buscar por modelos que sejam naturalmente interpretáveis, reduzindo a dependência de técnicas *post hoc*.
- **Técnicas Integradas**: Combinar abordagens globais e locais pode oferecer uma visão mais completa dos modelos, englobando tanto uma perspectiva macro quanto nuances específicas.
- **Formação e Educação**: Desenvolver programas formativos que orientem educadores e gestores escolares sobre a interpretação e aplicação das informações extraídas de modelos interpretáveis.

O avanço contínuo da interpretabilidade e explicabilidade no contexto educacional é vital para maximizar o impacto positivo e a eficácia dos modelos de aprendizado de máquina na identificação e suporte a estudantes em risco de evasão.

Referências

Albreiki, B., Habuza, T., & Zaki, N. (2022). Framework for automatically suggesting remedial actions to help students at risk based on explainable ML and rule-based models. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 1-26.

Baranyi, M., Nagy, M., & Molontay, R. (2020). Interpretable deep learning for university dropout prediction. *In Proceedings of the 21st annual conference on information technology education* (pp. 13-19).

Briner, R., Denyer, D.: Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholarship tool (2012)

Chou, T. N. (2023). Apply an Integrated Responsible AI Framework to Sustain the Assessment of Learning Effectiveness.

Hlosta, M., Herodotou, C., Papathoma, T., Gillespie, A., & Bergamin, P. (2022). Predictive learning analytics in online education: A deeper understanding through explaining algorithmic errors. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100108.

Katsuragi, M., & Tanaka, K. (2022). Dropout Prediction by Interpretable Machine Learning Model wards Preventing Student Dropout.

Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(2004), 1-26.

Kostopoulos, G., Panagiotakopoulos, T., Kotsiantis, S., Pierrakeas, C., & Kameas, A. (2021). Interpretable models for early prediction of certification in MOOCs: A case study on a MOOC for smart city professionals. *IEEE Access*, 9, 165881-165891.

Krüger, J. G. C., de Souza Britto Jr, A., & Barddal, J. P. (2023). An explainable machine learning approach for student dropout prediction. *Expert Systems with Applications*, 233, 120933.

Melo, E., Silva, I., Costa, D. G., Viegas, C. M., & Barros, T. M. (2022). On the use of explainable artificial intelligence to evaluate school dropout. *Education Sciences*, 12(12), 845.

Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences, *Artificial Intelligence*, Volume 267, 1-38.

Nagy, M., & Molontay, R. (2023). Interpretable Dropout Prediction: Towards XAI-Based Personalized Intervention. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-27.

Nagy, M., Molontay, R., & Szabó, M. (2019, September). A web application for predicting academic performance and identifying the contributing factors. *In 47th Annual Conference of SEFI* (pp. 1794-1806).

Singh, H., Kaur, B., Sharma, A., & Singh, A. (2023). Framework for suggesting corrective actions to help students intended at risk of low performance based on experimental study of college students using explainable machine learning model. *Education and Information Technologies*, 1-38.

Van Petegem, C., Deconinck, L., Mourisse, D., Maertens, R., Strijbol, N., Dhoedt, B., & Mesuere, B. (2023). Pass/fail prediction in programming courses. *Journal of Educational Computing Research*, 61(1), 68-95.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 11/07/2023
Aceitação/Acceptance: 20/10/2023

Implicaciones del uso de Internet en Educación Superior: Plagio Académico en Estudiantes Universitarios

Lucy Andrade-Vargas[1], Diana Rivera-Rogel[1], Juan Carlos Torres-Díaz[2] and Ana María Beltrán-Flandoli[1]

Please Provide

[1] Universidad Técnica Particular de Loja, Facultad de Ciencias Sociales, Educación y Humanidades, 11 -01-608, Loja-Ecuador

[2]Universidad Técnica Particular de Loja, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, 11 -01-608, Loja-Ecuador

Pages: 647-660

Resumen: La internet es una herramienta que ha permitido un incremento sin precedentes de la comunicación. Plataformas como las redes sociales han influido positivamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, sin embargo, se evidencia también prácticas deshonestas como el plagio académico. La presente investigación analiza los aspectos positivos y negativos del uso de la tecnología en la educación superior, específicamente la relación entre el uso de la internet y el nivel de plagio de los estudiantes universitarios. La muestra de carácter aleatorio está compuesta por 972 alumnos universitarios de Ecuador, los cuales contestaron a un cuestionario online durante cinco meses. Este estudio se concibe desde una perspectiva metodológica cuantitativa descriptivo-correlacional. Los resultados indican que los estudiantes con características como: nivel alto de acceso a internet, comportamientos adictivos a la tecnología y altos niveles de ingresos, tienden a plagiar más que sus contrapartes con características opuestas.

Palabras-clave: Uso de internet; plagio académico; estudiantes universitarios; actividades de aprendizaje; ética académica

Implications of Internet Use in Higher Education: Academic Plagiarism in College Students

Abstract: The Internet is a tool that has allowed an unprecedented increase in communication. Platforms such as social networks have positively influenced teaching and learning processes; however, dishonest practices such as academic plagiarism are also evident. The present research analyzes the positive and negative aspects of the use of technology in higher education, specifically the relationship between the use of the Internet and the level of plagiarism of university students. The random sample is composed of 972 university students in Ecuador, who answered an online questionnaire during five months. This study is conceived from a quantitative descriptive-correlational methodological perspective. The results

indicate that students with characteristics such as: high level of internet access, technology addictive behaviors and high income levels, tend to plagiarize more than their counterparts with the opposite characteristics.

Keywords: Internet use; academic plagiarism; university students; learning activities; academic ethics

1. Introducción

La incorporación de las TIC en la educación ha tenido un impacto significativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Una de las ventajas que ofrecen las TIC es la de trasladar contextos externos al aula de clases. Así, la tecnología en la clase se convierte en un recurso educativo que facilita la mediación pedagógica del profesor para la apropiación del conocimiento y el fortalecimiento de habilidades del alumno. Este estudio se desarrolla en Ecuador, país en el que, de acuerdo con cifras publicadas por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), en 2017, el 40,7% utilizó al Internet como fuente para obtener información; 31% como medio de comunicación; 21,1% para educación-aprendizaje; y 3,3% con fines de trabajo (INEC, 2017).

El uso de la tecnología en el aula universitaria requiere, por una parte, cierto nivel de habilidades docentes que permitan la integración de herramientas informáticas de manera que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes y, por otra parte, evitar el uso de estos medios para actividades ajenas a la enseñanza como el uso no autorizado de redes sociales y juegos online (Casale et al., 2021) e incluso prácticas de deshonestidad académica incluido el plagio (Nwosu y Chukwuere, 2020).

Por lo tanto, la presente investigación muestra de manera general cómo el uso de la tecnología en el contexto educativo puede ser positiva y negativa a la vez y de manera específica la relación entre el nivel de plagio y el uso de Internet de estudiantes universitarios al realizar tareas o actividades de aprendizaje. Por un lado, conoceremos el uso de las redes sociales en el aula como motores de búsqueda, publicación de tareas, elaboración de recursos, etc., y por otro, los resultados relacionados con el ocio, entretenimiento y plagio.

1.1. Uso de las redes sociales en el aula

Hoy en día las redes sociales son herramientas necesarias para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estudios como el de Branley y Coven (2018) y Awidi et al. (2019), señalan que medios sociales como YouTube, Facebook y Twitter entre otros, ofrecen un abanico de oportunidades para que los usuarios interactúen y compartan información, de ahí que su imbricación con la educación sea sentida como un complemento a los procesos de docencia y aprendizaje (Martinez-Costa et al., 2019; Rodríguez et al., 2017; Ruíz, 2019).

Sin embargo, más allá de los aspectos tecnológicos, la preocupación gira en torno a la capacidad que docentes y estudiantes tienen para interactuar de forma crítica, especialmente para aprender en diferentes plataformas de medios desde corta edad (Fonseca Peso et al., 2020). Otra de las preocupaciones que se evidencia principalmente en las redes sociales es la deshonestidad como un contravalor que promueven los

estudiantes en el entorno digital (Renés-Arellano et al., 2021) y que puede darse a través del plagio académico en el ámbito universitario.

El rol del profesor como responsable de generar oportunidades de debate y construcción del conocimiento con el uso de redes sociales es clave. Ouyang y Scharber (2017) destacan la importancia de modificar el rol del profesor a lo largo del curso y así facilitar la cohesión y el aprendizaje en los estudiantes. Estos propósitos se han reforzado en el escenario postpademia (Commission to the European Parliament, 2020), con un especial hincapié en la necesidad de abordar el bajo rendimiento y el abandono de los estudiantes en las carreras.

Por ello es relevante la necesidad de formación de docentes en competencias digitales, considerando la aceleración de una web semántica y la proliferación de herramientas digitales, consolida el paradigma de una adopción generalizada de algunas redes sociales entre los estudiantes y el profesorado universitario (Beltrán-Flandoli et al., 2022; Davidson & Fountain, 2013; García-Bejar, 2021)

Las acciones anteriores, relacionadas en proporción directa a la noción de que los estudiantes son aprendices digitales, que se desplazan entre lo análogo y el espacio digital en el que conviven, proporcionan nuevos escenarios y nuevos co-actores, redirigiendo esta 'ruta' hacia un paradigma colaborativo.

1.2. Uso de móvil en el aula: adicción al móvil y uso del móvil

Con el algoritmo favoreciendo el congeniar de la audiencia con algún personaje o tópico influyente de acuerdo con variados y disímiles temas de interés, evidencia la conformación de comunidades sólidas de usuarios seguidores, quienes tienden a crear comportamientos y referentes, lo que al final del día, incrementa la morfología de los estudios en este campo, sobre todo por la proliferación de las noticias falsas y la información en extremo nociva (Fino et al., 2020; Jahnen, 2022).

La utilización del teléfono móvil en los niños y jóvenes tiene funciones instrumentales importantes, es una herramienta multiuso, la utilizan para el entretenimiento, educación e información. Estos hábitos están relacionados, con otras actividades como: fraude, sexting, el registro y posterior publicación en la red de imágenes o videos de humillaciones y agresiones a compañeros y hasta al mismo profesorado (Reche et al., 2019). Otros de los inconvenientes del mal uso del móvil en el aula es la intimidación y acoso (Besoli et al. 2018), así como el interactuar con información inapropiada (Livingstone et al., 2014).

Una vez que esa mediación es efectiva, Gil (2019), hace énfasis en la inserción de los móviles en las clases, siempre que se utilice metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, en problemas o estudio de caso. Para ello es necesario que el conocimiento del profesorado, la cultura educativa y docente de los centros y su organización se transformen para dar paso a la competencia digital en el alumnado (Gil & Padilla, 2016).

1.3. Uso de Internet en el aula: plagio académico

En la actualidad el sistema educativo está llamado a generar oportunidades para que el estudiante aprenda de manera individual y colectiva. En este contexto, Internet y sus

diferentes dispositivos son claves para comprender el mundo. Para Estevao Romeiro et al. (2021) actualmente el mercado tecnológico presenta una amplia gama de herramientas tecnológicas que facilitan el proceso educativo.

En los últimos años la pandemia del COVID-19 aceleró la integración y el uso de tecnologías en el aula (Torres Martin et al., 2021), sin embargo, esto significa también un nuevo contexto educativo, donde la detección de plagio (debido al uso constante de herramientas digitales), constituye uno de los desafíos más importantes (Gamage et al., 2022). Según plantea Castro et al. (2022), el plagio fue una de las acciones más comunes en la preparación de trabajos académicos durante el confinamiento, particularmente entre estudiantes de cursos de nivel inferior y variaba según el campo de estudio.

Asimismo, con la llegada de tecnologías de inteligencia artificial (IA) como ChatGPT, se genera una nueva era digital que plantea importantes dificultades para combatir el plagio y las trampas en el aula (Volante et al., 2023). Se suscita un debate en el sector educativo debido a la preocupación de que aplicaciones de inteligencia como esta pueda ser explotadas para realizar un plagio y afectar la capacidad de pensamiento independiente de los estudiantes (Ellis & Slade, 2023). Como sugieren Farhat et al. (2023), se plantean muchas preocupaciones y cuestiones respecto a estas tecnologías, particularmente en relación con su moralidad, eficiencia y uso a nivel académico.

Algunos autores sostienen que los estudiantes con altos niveles de plagio citan circunstancias sociales y económicas inadecuadas como justificación (acceso limitado a Internet y dispositivos electrónicos), por el contrario, aquellos con bajas tasas de plagio consideran a esta acción como no ético y comparable a robar (Bayram & Tikman, 2022). Desde esta perspectiva, el abordaje del plagio abarca el aumento del conocimiento y la ética de los estudiantes, el superar la resistencia de los participantes a las innovaciones educativas-tecnológicas y, el capacitar a los docentes para detectar métodos de trampa aplicando duras sanciones a quienes incurran en ese tipo de comportamiento (Kocha et al., 2022).

1.4. La incidencia de la diversidad de usos y consumos de lo digital sobre actitudes de plagio y deshonestidad académica

Algunos hallazgos en investigaciones previas permiten entrever ciertos aspectos claves sobre la incidencia del uso de Internet y redes sociales como herramientas y ambientes de apoyo formativo y el aparecimiento de actitudes deshonestas y plagio académico, sobre todo a partir de la condición facilitadora que los profesionales en formación les otorgan a estos entornos (Gil-Fernández & Calderón-Garrido, 2021; Yong, 2004).

Tomando en cuenta la condición facilitadora mencionada en líneas anteriores (Wu, 2015), autores como Yildiz y Seferoğlu (2020) precisan que es clave el análisis desde la perspectiva de usos y gratificaciones, pues los estudiantes que utilizan mejor la tecnología para las actividades académicas tienden a plagiar menos, Por otro lado, los estudiantes que descargan más recursos educativos, ven más videos académicos o invierten más tiempo en buscar información, tienden a mayores niveles de plagio.

Otro factor relevante es la confianza. Pàmies et al. (2020) señalan que a medida que disminuye el nivel de confianza de los alumnos en Internet, aumenta la probabilidad de plagio. A medida que el nivel de este conocimiento disminuye, también disminuye la

seguridad en las acciones realizadas y consecuentemente disminuye la probabilidad de no cometer plagios.

En conexión, los resultados del trabajo investigativo de Peytcheva-Forsyth et al. (2018) revelaron que la tecnología afecta de forma diferente a las oportunidades de comportamiento deshonesto en la evaluación en los tres contextos estudiados: 1) exámenes presenciales; 2) entrega de trabajos en papel, preparados sin el profesor; 3) entrega de trabajos en línea, sin la presencia del profesor. Aquí, Olivia-Dumitrina et al. (2019) precisan que la formación específica en el marco de las asignaturas de diferentes carreras universitarias es clave, pues en los casos analizados en las que este tipo de acciones se llevó a cabo, las cifras relacionadas con el reconocimiento de los procedimientos de plagio fueron mayores y también lo es el porcentaje de estudiantes que dice que se debe citar los recursos tomados de Internet.

En este marco, la presente investigación se segmenta en cuatro secciones: la sección 1 visibiliza la revisión teórica en torno al problema planteado; la sección 2 muestra la metodología empleada dentro de este estudio, población y muestra, así como los instrumentos y procedimiento efectuados para recabar los datos. La sección 3 presenta los resultados y discusión de la investigación, mientras en la sección 4 se exponen las conclusiones del estudio.

2. Metodología

Se trata de un estudio cuantitativo de carácter descriptivo y correlacional, que busca determinar la relación entre el nivel de plagio y el uso de Internet. El plagio se mide en una variable numérica de 1 a 10 que valora la percepción del estudiante respecto a su nivel de plagio cuando realiza tareas o trabajos académicos. El uso de Internet se mide a través de un conjunto de variables relacionadas con el uso del mismo para actividades académicas a través del teléfono: horas de búsqueda de información académica, uso del teléfono para ingreso a la plataforma, ver videos educativos, enviar mensajes a los grupos por temas académicos, horas de uso del teléfono al día para temas académicos y un conjunto de variables relacionadas con el uso de Internet para actividades de entretenimiento: horas de chat al día por entretenimiento, uso de redes sociales, juegos en línea, ver videos musicales o películas, horas al día utilizadas para entretenimiento.

2.1. Población y Muestra

Se recolectó información de un grupo de 972 estudiantes de una universidad privada del sur del Ecuador durante el periodo de estudio abril – agosto 2022. Los estudiantes fueron seleccionados aleatoriamente con una distribución por género de 53,8% mujeres y 46,2% hombres. La distribución por edades de los 972 estudiantes encuestados se observa en la Tabla 1:

	Frecuencia	Porcentaje
17 a 24	400	41.2
25 a 32	335	34.5
33 a 40	161	16.6

41 a 48	48	4.9
49 a 56	23	2.4
Mas de 56	5	0.5
Total	972	100

Tabla 1 – Distribución de los estudiantes por edades

Sobre el nivel de ingreso hay que considerar que los estudiantes pertenecen a una universidad privada en la que deben pagar un monto por matrícula cada semestre, a pesar de eso es claramente visible que cerca del 80% de los estudiantes pertenecen a los dos primeros niveles de ingreso tal como se muestra en la siguiente Tabla 2:

	Frecuencia	**Porcentaje**
Hasta 425 dólares	526	54.1
Hasta 700 dólares	241	24.8
Hasta 1.000 dólares	110	11.3
Hasta 1.500 dólares	52	5.3
Mas de 1.500 dólares	43	4.4
Total	972	100
Hasta 425 dólares	526	54.1

Tabla 2 – Nivel de ingreso de los estudiantes

Tanto el tamaño de la muestra como el tipo de muestreo (aleatorio) permite generalizar los resultados; sin embargo, presenta un panorama de la realidad institucional y, a partir de ahí, esboza posibles escenarios para ampliar la investigación.

2.2. Instrumento y Procedimiento

Para la recogida de información se utilizó un cuestionario ad hoc en línea que garantizó la confidencialidad de los participantes. El cuestionario se desarrolló utilizado literatura relevante del tema y estudios anteriores respecto al uso de la tecnología en instituciones de educación superior (Torres-Diaz et al., 2018; Nwosu y Chukwuere, 2020).

Las secciones de la tecnología son las siguientes:

- Datos de identificación
- Datos socio-demográficos
- Datos respecto a la disponibilidad de tecnología
- Información referente al uso de la tecnología para actividades académicas
- Información del uso de tecnología para actividades de entretenimiento

Para el análisis, se aplicó cluster sobre 4 variables referentes al uso de tecnología con fines académicos. También, una regresión lineal teniendo como variable dependiente

el nivel de plagio y como variables independientes a un conjunto de variables tanto académicas como de entretenimiento, además, la regresión lineal se aplicó con otras variables independientes referentes a la disponibilidad de tecnología y adicción. El estadístico x2 también fue utilizado para determinar la existencia de correlación entre variables categóricas.

3. Resultados y discusión

Se clasificó a los estudiantes en función del uso del teléfono para actividades académicas, las variables numéricas empleadas son:

- Utilización del teléfono para buscar información académica
- Utilización del teléfono para ingreso a la plataforma
- Utilización del teléfono para ver videos educativos
- Utilización del teléfono para enviar mensajes a los grupos

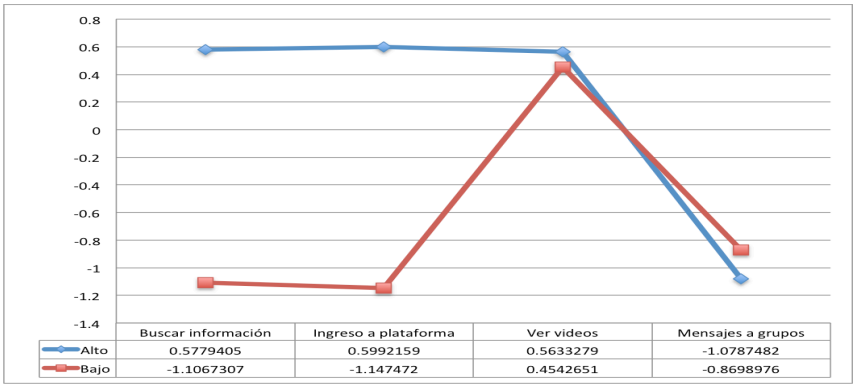
Como resultado se obtuvo una clasificación que divide a los estudiantes en dos grupos:



Figura 1 – Clasificación de estudiantes por uso del teléfono para actividades académicas

La descripción de los grupos es más evidente en la imagen siguiente:

Los grupos se diferencian por el nivel de uso del teléfono para buscar información y para acceder a la plataforma, en estas variables las diferencias son amplias. En esta clasificación existen también semejanzas en los grupos, las variables ver videos y enviar mensajes tienen valores similares en los dos grupos, inclusive, el grupo alto tiene, respecto al grupo bajo, en promedio un uso menor de mensajes a grupos para tareas académicas.



	Buscar información	Ingreso a plataforma	Ver videos	Mensajes a grupos
Alto	0.5779405	0.5992159	0.5633279	-1.0787482
Bajo	-1.1067307	-1.147472	0.4542651	-0.8698976

Figura 2 – Clasificación de estudiantes por uso del teléfono para actividades académicas

La proporción de estudiantes que pertenece al grupo alto es 66% y el restante 34% pertenece al grupo bajo. El grupo más grande presenta mayor tendencia a plagiar. El uso de la tecnología puede presentar también efectos negativos en los usuarios (Kim et al., 2009; Park, 2003). En este caso concreto, se puede observar que los estudiantes son propensos a utilizar en mayor grado las herramientas para actividades académicas; sin embargo, su nivel de plagio es mayor, es decir, el plagio es uno de esos efectos negativos que puede ocasionar el uso de tecnología. Las razones para que el estudiante plagie pueden ser diversas (Hu & Lei, 2012) señalan como una de ellas a la abundancia de fuentes de información.

Es importante ver si estas diferencias presentan patrones o si existen pistas que apoyen en la definición o configuración de esas diferencias. Se encontró que el grupo alto tiene mayor tendencia a estar conformado por estudiantes con mayor nivel de conocimiento de Internet. Este resultado es comparable con los resultados de las investigaciones de Yildiz y Seferoğlu (2020), quienes mencionan que los estudiantes que utilizan mejor la tecnología para las actividades académicas tienden a plagiar menos; por otro lado, los estudiantes que descargan menos recursos educativos ven menos videos académicos o invierten menos tiempo en buscar información, tienden a tener mayores niveles de plagio. Asimismo, esta clasificación no es afectada por el sexo del estudiante ($X2= 0.358$, $p>0.05$); lo mismo ocurre con el ingreso, este no tiene incidencia sobre los grupos ($X2=2.323$, $p>0.05$).

Se analizó también la dependencia del nivel de plagio respecto a las variables:

- Telefono Buscar Informacion Academica
- Ingreso Plataforma Desde Telefono
- Veo Videos Educativos Telefono
- Mensajes Grupos TareasClase
- Horas DíaTeléfono Asignaturas
- Chateo Por Diversion
- Entretenimiento En Redes Sociales
- Juegos En Línea

- Videos Musicales Peliculas
- Horas Día Teléfono Entretenimiento

De estas, a través de un modelo de regresión, se encontró incidencia significativa únicamente de la variable Juegos En Línea que representa la intensidad con que utiliza el teléfono para jugar en línea.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.270[a]	0.073	0.072	2.145
a Variables predictoras: (Constante), JuegosEnLinea				

Tabla 3 – Resumen del modelo

Modelo	Coeficientes no estandarizados	Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta	
(Constante)	0.885	0.082		10.806
JuegosEnLinea	0.218	0.025	0.27	8.849
Variable dependiente: PresentoTrabajosCopiados				

Tabla 4 – Coeficientes[a]

El nivel de plagio del estudiante depende en un 7.3% de la variable juegos en línea; es decir, esta variable explica un 0.073 de la varianza de la variable nivel de plagio.

Y = 0.885 + 0.218(Juegos)

La ecuación de regresión señala que, por cada unidad de incremento en el nivel de uso de juegos en línea, la variable nivel de plagio se incrementa en 0.218.

Se analizó la relación entre plagio y distintas variables, entre ellas:

- Tengo plan de datos
- Tengo computadora de escritorio
- Tengo computadora portátil
- Tengo Tablet
- Tengo wifi en casa
- Me considero adicto al teléfono

Un hallazgo interesante de este estudio es que la deshonestidad académica tiene un sesgo de género, es decir, que los hombres tienden a plagiar más que las mujeres ($x2=9.410$, $p<0.05$). Otro tema trascendental, se relaciona con el nivel de ingreso, cuanto menor es el ingreso la tendencia a plagiar disminuye ($x2=15.284$, $p<0.05$).

Se buscó relaciones entre el plagio y el tiempo que le dedica el estudiante diariamente en el teléfono tanto a actividades académicas como de entretenimiento. Las variables independientes se miden en horas al día. Los resultados muestran que: La variable que tiene incidencia sobre el nivel de plagio es el número de horas que el estudiante pasa al

día en actividades de entretenimiento, la explicación de la varianza de la variable plagio es baja (R nagelkerke =0.023) sin embargo, es significativa (Sig =0.00) y señala que a mayor tiempo del uso del móvil con fines de entretenimiento en línea mayor es la probabilidad de plagiar.

4. Conclusiones

Los estudiantes que acceden a la plataforma en mayor grado observan más videos educativos, buscan más información tienen tendencia a plagiar más que los estudiantes que tienen menores niveles de uso de la tecnología en las variables señaladas. Debe considerarse que

Los juegos en línea explican en parte el nivel de plagio que tienen los estudiantes, esta relación requiere aún de más elementos que aclaren el papel de la variable. En general, los estudiantes que pasan más tiempo al día en actividades de entretenimiento tienden a plagiar más que aquellos que pasan menos tiempo.

La adicción al teléfono tiene incidencia en el nivel de plagio, los estudiantes que se consideran adictos al teléfono plagian más que aquellos que no se consideran adictos. De manera similar, los hombres tienen mayor tendencia a plagiar que las mujeres.

El nivel de ingresos incide también sobre el plagio, los estudiantes que provienen de hogares con menores ingresos tienden a plagiar menos que aquellos que proviene de hogares con más ingresos.

El plagio como una manifestación de la deshonestidad académica, es un hecho complejo que influye de manera negativa en la formación de estudiantes universitarios, pero no solo en esta dimensión educativa sino en la personal y social desde una connotación ética que puede repercutir a posterior y social desde una connotación ética que puede repercutir a posterior en el desempeño profesional. Así, el nivel de plagio tanto en el proceso de enseñanza como de gestión académica genera varios impactos negativos, que abarcan: pérdida de la integridad académica, deshonestidad, limitaciones en el desarrollo de habilidades esenciales.

Referencias

Awidi, I. T., Paynter, M., & Vujosevic, T. (2019). Facebook group in the learning design of a higher education course: An analysis of factors influencing positive learning experience for students. *Computers and Education, 129*, 106–121. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.018

Bayram, H., & Tikman, F. (2022). Determining student teachers' rates of plagiarism during the distance education and investigating possible reasons for plagiarism. *Turkish Online Journal of Distance Education, 23*(1), 210-236.

Beltrán-Flandoli, A. M., Pérez-Rodríguez, A., & Mateus, J. C. (2022). YouTube como ciberaula. Revisión crítica de su uso pedagógico en la Universidad Iberoamericana. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 26*(1), 287-306. https://doi.org/10.5944/ried.26.1.34372

Besoli, G., Palomas, N., & Chamarro, A. (2018). Uso del móvil en padres, niños y adolescentes: Creencias acerca de sus riesgos y beneficios. Aloma: Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport, 36(1), 29-39. https://doi.org/10.51698/aloma.2018.36.1.29-39

Branley, D. B., & Covey, J. (2018). Risky behavior via social media: The role of reasoned and social reactive pathways. Computers in Human Behavior, 78, 183-191. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.036

Castro, A. M. P., Garcia, M. J. M., Perez, E. M. G., & Rey, a. L. (2022). University students' perspectives on plagiarism during the COVID-19 pandemic. *Revista Fuentes, 24*(3), 258-269. https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2022.20742

Casale, S., Musicò, A., & Spada, M. M. (2021). A systematic review of metacognitions in Internet Gaming Disorder and problematic Internet, smartphone and social networking sites use. Clinical Psychology & Psychotherapy, 28(6), 1494-1508.

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. (2020). *European Environment Agency*. https://www.eea.europa.eu/policy-documents/communication-from-the-commission-to-1

Davidson, A. L., & Fountain, R. M. (2013). Social media in higher education: A look at participatory culture in graduate coursework. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 10*(3), 14. https://doi.org/10.7202/1035576ar

Ellis, A. R., & Slade, E. (2023). A new era of learning: Considerations for ChatGPT as a tool to enhance statistics and data science education. *Journal of Statistics and Data Science Education, 31*(2), 128-133. https://doi.org/10.1080/26939169.2023.2223609

Estevao Romeiro, A., Pérez Bravo, D., Andrade Vargas, L., Iriarte Solano, M., Riofrío Leiva, V., Torres-Carrión, P., & Camacho Brizuela, N. (2021). *Ser maestro en tiempos de pandemia*. Pearson, Perú.

Farhat, F., Sohail, S. S., & Madsen, D. O. (2023). How trustworthy is ChatGPT? the case of bibliometric analyses. *Cogent Engineering, 10*(1), 1-8. https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2222988

Fino, E., Pierleoni, L., Cosmi, V., Giuliani, M., & Gambino, G. (2020). Using internet predicts attitudes towards sexual behaviour in Italian psychology students. *Sexologies, 29*(1), 27-33. https://doi.org/10.1016/j.sexol.2019.10.001

Fonseca Peso, J., Caro González, A., & Milosevic, N. (2020). Innovative Co-Creative Participatory Methodologies for a Dreamt-of Quality Education in Europe. *Sustainability, 12*(16), 6385. https://doi.org/10.3390/su12166385

Gamage, K. A. A., Pradeep, R. G. G. R., & de Silva, E. K. (2022). Rethinking assessment: The future of examinations in higher education. *Sustainability, 14*(6), 1-15. https://doi.org/10.3390/su14063552

Garcia-Bejar, L. (2021). Experiencias de engagement de aprendizaje de jóvenes universitarios mexicanos con Youtube. *RECIE. Revista Caribeña De Investigación Educativa, 5*(2), 23–37. https://doi.org/10.32541/recie.2021.v5i2.pp23-37

Gil, J. (2019). Interconectados apostando por la construcción colectiva del conocimiento. Aprendizaje móvil en educación infantil y primaria. *Revista de Medios y Educación 54*, 185-203.

Gil, J. M., & Padilla, P. (2016). La competencia digital en la educación secundaria: ¿dónde están los centros? Aportaciones de un estudio de caso. *New Approaches in Educational Research 5*(1), 60-66 (2016).

Gil-Fernández, R., & Calderón-Garrido, D. (2021). Implicaciones de la Teoría de Usos y Gratificaciones en las prácticas mediadas por redes sociales en el ámbito educativo. Una revisión sistemática de la literatura. *Aloma: revista de psicologia, ciències de l'educació i de l'esport Blanquerna 39*(2), 63-74.

Hu, G., & Lei J. (2012). Investigating Chinese university students' knowledge of and attitudes toward plagiarism from an integrated perspective. *Language Learning 62*(3), 813-850.

Jahnen, M., Zeng, L., Kron, M., Meissner, V. H., Korte, A., Schiele, S., Schulwitz, H., Dinkel, A., Gschwend, J. E., & Herkommer, K. (2022). The role of pornography in the sex life of young adults-a cross-sectional cohort study on female and male German medical students. *BMC Public Health, 22*(1), 1-12. https://doi.org/10.1186/s12889-022-13699-4

Kim, J., LaRose, R., & Peng, W. (2009). Loneliness as the Cause and the Effect of Problematic Internet Use: The Relationship between Internet Use and Psychological Well-Being. *CyberPsychology & Behavior, 12*(4), 451-455. https://doi.org/10.1089/cpb.2008.0327

Kocha, I., Baidiuk, N., Stepanova, N., & Nenko, Y. (2022). Remote assessment: Case study from ukrainian higher education institutions. *Revista Brasileira De Educacao do Campo-Brazilian Journal of Rural Education, 7*, e14665. https://doi.org/10.20873/uft.rbec.e14665

Livingstone, S., Haddon, L., Vincent, J., Mascheroni, G., & Ólafsson, K. (2014). *Net Children Go Mobile*: *The UK Report*. London: London School of Economics and Political Science. http://goo.gl/z - M2lzF

Martínez-Costa, M., Serrano-Puche, J., Portilla Manjón, I., & Sánchez-Blanco, C. (2019). La interacción de los jóvenes adultos con las noticias y la publicidad online. *Comunicar, 59*, 19-28. https://doi.org/10.3916/C59-2019-02

Nwosu, L. I., & Chukwuere, J. E. (2020). The attitude of students towards plagiarism in online learning: a narrative literature review. *Gender & Behaviour, 18*(1), 14675-14688.

Olivia-Dumitrina, N., Casanovas, M., & Capdevila, Y. (2019). Academic Writing and the Internet: Cyber-Plagiarism amongst University Students. *Journal of New Approaches in Educational Research, 8*(2), 112. https://doi.org/10.7821/naer.2019.7.407

Ouyang, F., Scharger, C. (2017). The influences of an experienced instructor's discussion design and facilitation on an online learning community development: A social network analysis study. *The Internet and Higher Education 35*, 34-47.

Pàmies, M. D. M., Valverde, M., & Cross, C. (2019). Organising research on university student plagiarism: a process approach. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 45*(3), 401-418. https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1658714

Park, C. (2003). In Other (People's) Words: Plagiarism by university students--literature and lessons. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 28*(5), 471-488. https://doi.org/10.1080/02602930301677

Peytcheva-Forsyth, R., Aleksieva, L., & Yovkova, B. (2018). The impact of technology on cheating and plagiarism in the assessment – The teachers' and students' perspectives. *AIP Conference Proceedings*. https://doi.org/10.1063/1.5082055

Reche, E., Fernández, M. A., González López, I. (2019). Autopercepción de la adquisición de las competencias informacional y comunicativa para la elaboración de trabajos académicos en la universidad. *Perfiles Educativos, 41*, 131-146.

Renés-Arellano, P., Hernández-Serrano, M., Caldeiro-Pedreira, M., Alvites-Huamaní, C. (2021). Countervalues of the digital ethos perceived by future trainers. *Comunicar 69*, 57-67 (2021).

Rodríguez, M., López. A., Martín, I. (2017). Percepciones de los estudiantes de ciencias de la edu-cación sobre las redes sociales como metodología didáctica. *Pixel Bit. Revista de Medios y Educación 50*, 77-93.

Ruiz, A. (2019). Competencia digital y TICs en interpretación: «renovarse omorir». *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC 8*(1), 55-71.

Torres-Diaz, J. C., Duart, J. M., & Hinojosa-Becerra, M. (2018). Plagiarism, Internet and Academic Success at the University. *Journal of New Approaches in Educational Research, 7*(2), 98-104. https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.324

Torres Martin, C., Acal, C., El Honrani, M., & Mingorance Estrada, A. C. (2021). Impact on the virtual learning environment due to COVID-19. *Sustainability, 13*(2), 1-16. https://doi.org/10.3390/su13020582

Volante, L., Deluca, C., & Klinger, D. A. (2023). Leveraging AI to enhance learning. *Phi Delta Kappan, 105*(1), 40-45. https://doi.org/10.1177/00317217231197475

Wittwer, J., & Senkbeil, M. (2008). Is students' computer use at home related to their mathematical performance at school? *Computers & Education, 50*(4), 1558-1571. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.03.001

Wu, J. Y. (2015). University students' Motivated Attention and use of regulation strategies on social media. *Computers & Education, 89*, 75-90. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.016

Yildiz, H., & Seferoğlu, S. S. (2020). Antecedents of Social Media Usage Status: Examination of Predictiveness of Digital Literacy, Academic Performance, and Fear of Missing Out Variables. *Social Science Quarterly, 101*(3), 1056-1074. https://doi.org/10.1111/ssqu.12790

Yong Varela, L. A. (2004). Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. *Revista Internacional de Ciencias Sociales, 14* (1), 131-171

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 08/07/2023
Aceitação/Acceptance: 28/10/2023

Conscientização Em Segurança Cibernética: Estudo Baseado na Percepção de Trabalhadores de uma Organização Pública Federal Brasileira

Daniela Almeida[1], Carlos André de Melo Alves[1], Fabiana Freitas Mendes[2], Rafael Rabelo Nunes[1,3]

danialme@gmail.com; carlosandre@unb.br; fabianamendes@unb.br; rafaelrabelo@unb.br

[1] Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro, Departamento de Administração, CEP 70910-900 Brasília-DF Brasil

[2] Universidade de Brasília (UnB), Faculdade do Gama, Curso de Engenharia de Software, CEP 72.444-240 Gama-DF Brasil

[3] Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, CEP 70910-900 Brasília-DF Brasil

Pages: 661-673

Resumo: Este trabalho buscou investigar a percepção sobre conscientização em segurança cibernética de trabalhadores de uma organização pública federal brasileira. Realizou-se pesquisa descritiva, aplicando-se questionário e tratando-se dados com estatística descritiva e análise documental. Apurou-se 94,50% dos respondentes indicando que comunicação frequente de ameaças à segurança cibernética motiva adoção de práticas online seguras, e 97,25% deles reconheceram impactos negativos dessas ameaças. Contudo, 80,73% dos respondentes desconhecem política formal de segurança cibernética, apesar das evidências documentais dessa política. O estudo traz reflexões sobre a conscientização em segurança cibernética no setor público.

Palavras-chave: segurança cibernética; conscientização sobre segurança cibernética; organizações públicas.

Cyber Security Awareness: Study Based on the Perception of Workers of a Brazilian Federal Public Organization

Abstract: This work sought to investigate the perception of cybersecurity awareness among workers in a Brazilian federal public organization. We carried out a descriptive research by applying a questionnaire and treating data with descriptive statistics and document analysis. The data shows that 94.50% of the respondents indicated that frequent communication of cybersecurity threats motivates the adoption of safe online practices, and 97.25% of them recognized the negative impacts of these threats. However, 80.73% of respondents are unaware

of a formal cybersecurity policy, despite documentary evidence of this policy. The study brings reflections on cybersecurity awareness in the public sector.

Keywords: cybersecurity; cybersecurity awareness; public organizations.

1. Introdução

A universalização do acesso à internet, a digitalização de serviços e a expansão das tecnologias digitais no dia a dia de bilhões de pessoas pelo mundo proporcionam fácil e rápido acesso a informações, facilidades e celeridade inéditas no atendimento de diversas demandas (Mambile & Mbogoro, 2020).

Entretanto, na mesma proporção da expansão do uso de tecnologias digitais, ameaças cibernéticas têm aumentado, o que acarreta no crescimento das tentativas de ataques cibernéticos, tanto em números quanto em sofisticação, segundo International Telecommunications Union - ITU (2020). O sucesso das empreitadas maliciosas implica na exposição de informações sensíveis, roubo de dados, perda de informações críticas e prejuízos financeiros a pessoas e a organizações (Wirtz & Weyerer, 2017).

A presença de ameaças cibernéticas requer uma postura assertiva quanto à conscientização em segurança cibernética. Neste trabalho, a expressão "conscientização em segurança cibernética" é definida como um conjunto de estratégias de educação e aculturamento de usuários dos recursos de Tecnologia da Informação (TI), visando a disseminar conhecimento acerca das ameaças cibernéticas, os seus impactos no seu dia a dia e nos ativos da organização e desenvolvimento de comportamento online (Ngoma, 2019).

A conscientização em segurança cibernética pressupõe atenção centrada nos trabalhadores, usuários de rede das organizações (Andronache, 2021). Essa conscientização constitui fator crítico de sucesso para as políticas de segurança cibernética institucionais, com base nas recomendações do ITU (2020) e do Center for Internet Security - CIS (2021). Em organizações públicas, abrange diversos fatores que interferem na efetiva proteção de sistemas e informações organizacionais (Ngoma , Keevy & Rama, 2021; Mambile & Mbogoro, 2020 e Nikolova, 2017). É uma oportunidade de pesquisa para compreender a percepção desses trabalhadores sobre a conscientização da segurança cibernética em organizações públicas, inclusive no Brasil.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho é investigar a percepção sobre conscientização em segurança cibernética de trabalhadores de uma organização pública federal brasileira. Para tal fim, realiza-se uma pesquisa descritiva, aplicando-se um questionário e tratando-se os dados empregando-se a estatística descritiva, complementada pela análise documental. O questionário aplicado baseia-se no estudo de Ngoma (2019).

Justifica-se este trabalho pela relevância do tema a respeito da conscientização em segurança cibernética – fator crítico de sucesso na estratégia de proteção e continuidade dos serviços digitais (Karagozlu, 2020). Ademais, estudos sobre essa conscientização em organizações públicas são escassos (Khando et al., 2021), inclusive por meio de coleta da percepção de trabalhadores dessas organizações sobre esse tema (Ngoma, 2019).

Nesse contexto, é importante compreender a percepção de trabalhadores sobre conscientização em segurança cibernética, inclusive em organizações públicas, onde

as mudanças tendem a ocorrer em ritmo mais lento (Bacud & Mäses, 2021). Assim, justifica-se a realização deste trabalho com o potencial de os resultados obtidos ajudarem a nortear estratégias de segurança cibernética em organizações públicas.

Por fim, numa perspectiva prática, este estudo pode contribuir para a atuação de gestores públicos de diversas esferas decisórias (Khando, Gal, Islam & Salman, 2021) e demais partes interessadas. Inclusive, pode induzir a reflexões de gestores, de órgãos de controle externo de organizações públicas, de pesquisadores e de outras partes interessadas na percepção sobre conscientização em segurança cibernética em organizações públicas no Brasil.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Segurança Cibernética

Karpiuk (2021) define segurança cibernética como um rol de atividades necessárias à proteção de redes e sistemas computacionais, (assim como os respectivos usuários e outras pessoas) contra ameaças cibernéticas. A segurança cibernética objetiva assegurar a sustentabilidade da "Sociedade da Informação de uma nação" por meio da proteção do espaço cibernético.

Muitos princípios e diretrizes de segurança cibernética estão consolidados em documentos de melhores práticas ou frameworks – entre os quais o CIS V8 (CIS, 2021), framework divulgado pelo National Institute of Standards and Technology (NIST) (Barret, 2018) e o ISO/IEC 27032:2015[1] (ABNT, 2015). Em geral, tais práticas ou frameworks aplicam-se ao setor público e ao privado – com as necessárias adaptações (Khando et al 2021).

As ameaças cibernéticas, segundo o Global Security Risk (International Telecommunication Union [ITU], 2020) e o European Union Agency for Cybersecurity - ENISA (2021), renovam-se a cada ano, aprimoram-se e são reinventadas. À medida que a tecnologia avança, as ameaças cibernéticas ganham relevância e atenção para serem mitigadas e enfrentadas. Apesar de inovações entre os incidentes cibernéticos, exemplos de ameaças reportadas no setor público estão descritas no Quadro 1. No setor público, o aprimoramento da segurança cibernética ganhou relevância após o início das preocupações, no setor privado (Khando et al., 2021). Segundo Ngoma et al. (2021), essa preocupação aumentou após o incidente cibernético, de grande impacto e duração de meses contra o governo da Estônia em 2007, após um ataque de negação de Serviço distribuída (*Distributed Denial of Service – DDoS*) com uso de redes de computadores infectados – *botnets*, resultando na paralisação de sistemas e serviços públicos por semanas.

Ameaça cibernética	Descrição detalhada da ameaça cibernética
Ransomware	Modalidade de ataque cibernético comum, que explora vulnerabilidades. O agente invasor sequestra e criptografa o sistema da vítima (inclusive o disco rígido); posteriormente, exige resgate em dinheiro (criptomoedas) para supostamente fornecer a chave de reversão da criptografia dos dados.

[1] O ISO/IEC 27032:2015, elaborado pelo International Organization for Standardization e pelo International Electrotechnical Commission, foi traduzido para o português no Brasil e integrado a normas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ABNT, 2015).

Ameaça cibernética	Descrição detalhada da ameaça cibernética
Malware	Trata-se de um software malicioso (também identificado como vírus ou Trojan) que pode capturar credenciais, roubar dados, identificar outros alvos na rede e criptografar ou destruir dados, entre outros danos. Ele é infiltrado na organização por meio de um agente invasor que explora vulnerabilidades em dispositivos de usuário final, anexos de e-mail, páginas da web, serviços em nuvem, dispositivos móveis e mídias removíveis.
Phishing	Consiste num ataque por e-mail (ou outra forma de interação por meio eletrônico) capaz de enganar o destinatário, apelando para determinado interesse em informação. Trabalhadores do setor público que não adotem cautelas ou não estejam precavidos podem abrir anexos de e-mail ou mensagens eletrônicas e ficar exposto aos efeitos desse tipo de ameaça.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de ENISA (2021) e Price Whaterhouse Coopers – PWC (2022)

Quadro 1 – Exemplos de Ameaças Cibernéticas

Esse incidente induziu a lições aprendidas. Na Europa e América do Norte, aprimoraram-se as estratégias de segurança cibernética nas esferas estatal e privada (Ngoma, 2019). Recomendações foram publicadas para fortalecer o intercâmbio de informações e o combate às ameaças cibernéticas, tais como ENISA Threats Landscape (Ngoma, 2019).

No entanto, apesar de orientações, diretrizes e melhores práticas de segurança cibernética disponíveis, ainda persistem fragilidades em organizações públicas (Tirumala, Valluri & Babu, 2019). Alguns fatores peculiares ao setor público parecem dificultar a implantação efetiva da segurança cibernética (Wirtz & Weyerer, 2017), tais como interferências políticas e estrutura burocrática (Bacud & Mäses, 2021). Esses fatores aumentam a vulnerabilidade dos sistemas de informação a ataques cibernéticos (Ngoma et al., 2021).

2.2. Conscientização em Segurança Cibernética no Setor Público

A ocorrência de incidentes cibernéticos pode ser facilitada pelo comportamento descuidado de usuários (Andronache, 2021) – que, por sua vez, pode decorrer do desconhecimento em relação às práticas de prevenção de ataques (Ngoma 2019; Bacud e Mäses 2021). Nesse contexto, recomenda-se que as políticas de segurança cibernética priorizem a conscientização em segurança cibernética de usuários e trabalhadores das organizações.

No Brasil, a preocupação com conscientização em segurança cibernética no setor público acompanhou os debates internacionais. Diferentes iniciativas foram adotadas desde edição de normas até a promoção de eventos educativos em diversas esferas de governo (Organização dos Estados Americanos [OEA], 2020; Brasil, 2020).

O trabalho de Ngoma (2019) procurou captar a percepção de trabalhadores de organizações públicas da África do Sul sobre conscientização em segurança cibernética. O estudo estruturou um questionário com base em revisão de literatura. O público-alvo foi composto por gestores de entidades estatais do referido país, com mandato e legitimação para implantar ações de conscientização de segurança cibernética. As questões aplicadas no trabalho, de múltipla escolha e emprego de escala Likert, buscaram

captar a percepção sobre ameaças à segurança cibernética e iniciativas governamentais de conscientização em segurança cibernética.

Uma vez que Ngoma (2019) abrange como respondentes trabalhadores de organizações públicas na África do Sul, observou-se uma possibilidade de empregar os aspectos contemplados no referido estudo para investigar a percepção dos trabalhadores de organizações públicas atuantes em outros países, inclusive no Brasil.

Assim, esta pesquisa utilizou como principal referência o estudo da África do Sul, em razão da equivalência do objeto de estudo com o trabalho desenvolvido por Ngoma (2019) – trabalhadores de organizações públicas – e da aplicação em organizações estatais de um país em desenvolvimento, integrante do BRICS.

3. Metodologia de Pesquisa

Este trabalho é uma pesquisa do tipo descritiva. A pesquisa descritiva tem por objetivo, primordialmente, categorizar uma população ou fenômeno de interesse, e estabelecer relações entre variáveis (Gil, 2019). Este estudo, também, adotou enfoque predominantemente quantitativo (Sampieri, Collado & Lucio, 2013), complementado por uma análise documental de natureza qualitativa.

A população consiste em servidores públicos (efetivos, comissionados, cedidos) e colaboradores (contratados por terceirização de serviços) de uma organização pública federal no Brasil que utilizam os serviços de TIC como ferramenta de trabalho e dependem do acesso à internet para desempenhar suas funções. Tal organização pública integra a administração indireta e possui área de atuação em órgãos da sede no Distrito Federal e em superintendências dos estados da federação.

A amostra obtida de 109 respondentes é do tipo por conveniência (Gil 2019), constatando-se que os respondentes pertencem a um conjunto de trabalhadores da organização. Considerando-se que as perguntas foram aplicadas a um grupo heterogêneo de participantes – tanto em formação acadêmica quanto em experiência em TI - e que a pesquisa teve participação voluntária, não há garantias de que todos os segmentos da população estudada estejam representados na amostra, o que caracteriza a amostra como não probabilística (Ngoma, 2019).

A coleta de dados constituiu-se de pesquisa bibliográfica prévia (Prodanov & Freitas, 2013), pesquisa documental e pesquisa de campo com aplicação de questionário. A pesquisa bibliográfica consistiu na revisão de literatura, a pesquisa documental ocorreu por meio da consulta a normas internas e documentos públicos da organização relativos à segurança cibernética. Para pesquisa de campo, utilizou-se de questionário estruturado (Babbie, 2020).

O teor das questões aplicadas baseou-se no estudo de Ngoma (2019), com adequações às peculiaridades da organização pública objeto deste estudo e levou em consideração, também, orientações do Tribunal de Contas da União - TCU (Brasil, 2022), CIS (2021) e Decreto n. 10.222, de 6 de fevereiro de 2020, o qual aprova a estratégia nacional de segurança cibernética (Decreto n. 10.222, 2020). O questionário, em formato digital, compõe-se de 13 (treze) perguntas objetivas de múltipla escolha, 04 (quatro) das quais com emprego da escala Likert. Entre as perguntas, excluíram-se do presente trabalho

aquelas relativas a dados demográficos (entre os quais tempo de experiência em tecnologia da informação e área de atuação) por inexistirem diferenças significativas nos resultados por esses estratos.

A aplicação do questionário aos potenciais respondentes ocorreu via e-mail institucional da Assessoria de Comunicação Social da organização pública federal, mediante prévia autorização de condução do estudo, por parte da autoridade máxima da área de TI da organização pública objeto deste trabalho. O questionário foi aplicado com auxílio da ferramenta Google Forms, entre os dias 22 de novembro e 02 de dezembro de 2022.

Antes de aplicar o questionário, foi realizado um pré-teste para validar as questões com um grupo qualificado de trabalhadores da organização pública objeto do estudo (Babbie, 2020). Nesta pesquisa, a validação efetuou-se por meio de teste piloto com 6 (seis) trabalhadores da organização pública, entrevistados quanto ao nível de compreensão das perguntas, validação do conteúdo e ao alcance dos objetivos desta pesquisa. Esses trabalhadores entrevistados no teste piloto foram excluídos dos trabalhadores convidados para responder o questionário.

Para tratar os dados colhidos por meio do questionário, os procedimentos empregados abrangeram estatística descritiva, com obtenção de mediana e moda. Todas as respostas foram organizadas em planilha com aplicação de estatística descritiva dos dados, sendo examinada para cada questão todas as respostas válidas com contagem de frequência e elaboração de percentuais.

Mediana e moda foram operações de frequência adotadas no tratamento dos dados para evidenciar a percepção predominante de cada dimensão proposta pelas questões. Ao passo que a moda corresponde à contagem mais observada, a mediana, da tendência central, afasta contagens de ocorrências categorizadas lateralmente (Siegel & Castellan Jr., 2006). Ambas proposcionam melhor entendimento da frequência obtida e as tendências de percepção dos trabalhadores, pretendidas neste trabalho.

Por fim, buscando dar clareza aos resultados exibidos neste estudo, os resultados foram apresentados em tabelas e segmentados em dois grupos: o primeiro grupo abrange resultados mais relacionados à percepção sobre ameaças à segurança cibernética, e o segundo grupo aborda a percepção sobre outras iniciativas relativas à conscientização em segurança cibernética. Em todas as tabelas exibidas nos resultados, os percentuais descritos consideraram a frequência de respostas válidas dos respondentes, e as análises basearam-se nos dados coletados por questionário, complementados pelo resultado da análise documental, sendo pontuados os resultados com argumentos oriundos da fundamentação teórica.

4. Resultados

4.1. Percepção sobre Ameaças à Segurança Cibernética

A Tabela 1 apresenta as respostas relativas à percepção sobre alertas de ameaças à segurança cibernética. A partir das respostas obtidas, verifica-se que 82,41% dos respondentes não são alertados sobre *phishing,* 73,15% deles não são alertados sobre *ransomware* e que 61,11% dos respondentes não são alertados pela organização sobre *malware*.

Os usuários da sua organização são alertados sobre as seguintes ameaças à segurança cibernética?	Sim	Não
Phishing	17,59%	82,41%
Malware	38,89%	61,11%
Ransomware	26,85%	73,15%
Nenhum	58,33%	41,67%

Observação: para cada linha, 100% correspondem às 108 respostas válidas para esta questão.

Tabela 1 – Percepção sobre alertas de ameaças à segurança cibernética

Os resultados da Tabela 1 vão de encontro às evidências da análise documental, a qual indicou haver a comunicação formal das ameaças cibernéticas aos trabalhadores da organização pública. Divergem, também, dos resultados obtidos no trabalho sobre organizações públicas da África do Sul (Ngoma, 2019), segundo o qual todos os respondentes afirmaram que a organização alerta sobre todas as ameaças cibernéticas listadas na referida tabela. Ademais, a fundamentação teórica deste estudo indica que as organizações devem aprimorar a comunicação de ameaças à segurança cibernética, com o fim de aumentar a conformidade com as melhores práticas e diretrizes de segurança cibernética (ABNT, 2015; Brasil, 2022).

A Tabela 2 exibe a relação percebida entre alertas frequentes de ameaças à segurança cibernética e o comportamento online seguro. Os resultados mostram que 65,14% dos respondentes concordam fortemente que o alerta frequente sobre tais ameaças motiva os usuários a comportamento online seguro. Com base no percentual de respostas concordantes (moderadamente ou fortemente), constata-se o percentual acumulado de 94,50%. Ressalte-se que o trabalho de Ngoma (2019) mostra que 50,00% dos respondentes concordam fortemente com a relevância da comunicação de ameaças cibernéticas para a motivação de comportamento online seguro.

Questão / afirmação	1	2	3	4	5	Mediana	Moda
Percepção de que o alerta frequente sobre ameaças à segurança cibernética motiva os usuários a comportamento online seguro	0,00%	1,83%	3,67%	29,36%	65,14%	5	5

Legenda: 1 = Discordo Totalmente; 2 = Discordo Moderadamente, 3 = Neutro (nem concordo, nem discordo), 4 = Concordo Moderadamente, 5 = Concordo Fortemente.

Observação: para esta questão, 100,00% correspondem a 109 respostas válidas.

Tabela 2 – relação percebida entre alertas frequentes de ameaças à segurança cibernética e comportamento online seguro

A Tabela 3, na sequência, mostra que 67,89% do total de respostas válidas manifestaram frequência 'raramente' ou 'ocasionalmente' sobre a organização lembrar consistentemente sobre práticas online seguras. Tais resultados divergem da base documental analisada a respeito da organização pública – como campanhas por e-mail, webinários, prescrições

disseminadas internamente via Sistema Eletrônico de Informações (SEI) visando ao comportamento online seguro.

Questão / afirmação	1	2	3	4	5	Mediana	Moda
Percepção de que a organização lembra consistentemente os usuários de práticas online seguras	10,09%	34,86%	33,03%	11,93%	10,09%	3	2
Percepção de que as ameaças à segurança cibernética podem ter impacto negativo na organização	0,00%	0,00%	2,75%	22,02%	75,23%	5	5

Legenda: 1 = Nunca; 2 = Raramente, 3 = Ocasionalmente, 4 = Frequentemente, 5 = Sempre.

Observação: para esta questão, 100,00% correspondem a 109 respostas válidas.

Tabela 3 – Percepção sobre impactos e alertas de ameaças cibernéticas

4.2. Percepção sobre outras iniciativas relativas à Conscientização em Segurança Cibernética

Inicialmente, a Tabela 4 apresenta a percepção sobre a frequência com que a organização promove treinamentos sobre segurança cibernética. Verifica-se que 80,73% do total de respostas válidas indica que a organização nunca ou raramente promove treinamentos sobre segurança cibernética.

Questão / afirmação	1	2	3	4	5	Mediana	Moda
Percepção sobre a frequência com que a organização promove treinamentos sobre segurança cibernética	61,47%	19,27%	16,51%	0,92%	1,83%	1	1

Legenda: 1 = Nunca; 2 = Raramente, 3 = Ocasionalmente, 4 = Frequentemente, 5 = Sempre

Observação: para esta questão, 100,00% correspondem a 106 respostas válidas.

Tabela 4 – Treinamentos sobre segurança cibernética

Os resultados da Tabela 4 divergem das evidências sobre ações de treinamento promovidas pela organização, conforme consultas a documentos públicos (agendas divulgadas de webinários temáticos). Em relação aos resultados obtidos no estudo baseado em percepção de gestores da África do Sul (Ngoma, 2019), percebe-se divergência dos resultados da Tabela 4, uma vez que os gestores sul africanos, em sua maioria (83,33%), afirmaram que a organização promove treinamentos sobre segurança cibernética ocasionalmente ou frequentemente.

A divergência citada no parágrafo anterior pode sugerir necessidade de a organização pública aprimorar a comunicação e o alcance dos treinamentos oferecidos aos trabalhadores respondentes deste estudo, para o alcance de maior efetividade na divulgação e engajamento nas ações de treinamento dos usuários sobre conscientização

em segurança cibernética – indispensável para a segurança do espaço cibernético conforme práticas e frameworks CIS (2021), NIST (Barret, 2018) e ABNT (2015), previamente citados na fundamentação teórica deste estudo.

A Tabela 5 discorre sobre a percepção da existência de política formal de segurança cibernética. O resultado da Tabela 5 mostra que 61.47% dos respondentes responderam "não sei / desconheço" , contra 32,11% do total de respondentes que afirmaram ter ciência de política formal de segurança cibernética.

Questão / afirmação	Não Sei / Desconheço	Sim	Não	Moda
Você tem ciência de que sua organização possui política formal de segurança cibernética?	61,47%	32,11%	6,42%	Não Sei / Desconheço

Legenda: sim = tenho ciência da existência de uma política formal de segurança cibernética; não = não tenho ciência da existência de uma política formal de segurança cibernética.

Observação: para esta questão, 100,00% correspondem a 109 respostas válidas.

Tabela 5 – percepção da existência de política formal de segurança cibernética

O resultado da Tabela 5 diverge da evidência documental baseada em pesquisas a documentos públicos sobre a organização (portarias publicadas na imprensa oficial e no portal institucional, e-mails a todos os usuários), que evidenciam normas vigentes, atualizadas. Também, sugere necessidade de divulgação mais efetiva dessas políticas sobre segurança cibernética, que podem, inclusive, contemplar diretrizes para a implantação de práticas online seguras.

Ainda sobre a Tabela 5, os resultados obtidos junto aos gestores da África do Sul (Ngoma, 2019) indicaram que 66,67% dos respondentes afirmaram não existir política formal de segurança cibernética, contra 33,33% que afirmaram existir essa política. O contexto daquele país induz que pode estar ausente a política formal, ao contrário da organização pública estudada neste trabalho.

Sobre a Tabela 6, tanto a moda quanto a mediana evidenciam a percepção neutra dos respondentes. Verifica-se que 35,78% do total de respondentes válidos manifestaram ciência desse comitê, ao passo que o mesmo percentual manifestou não ter ciência desse comitê. Tais resultados não se alinham ao achado de Ngoma (2019), em que 66,67% dos respondentes afirmaram existir o comitê, ao passo que 33,33% manifestaram a não existência desse comitê.

A Tabela 6 evidencia que 40,37% do total de respostas válidas manifestou alguma consciência de iniciativa estratégica da organização para abordar a segurança cibernética. Os achados divergem da análise documental, que denota iniciativas estratégicas da organização em normas vigentes (portarias publicadas na imprensa oficial e no portal institucional) e campanhas de conscientização via e-mail a todos os usuários. Acrescente-se que, no estudo de Ngoma (2019), o percentual obtido foi de 83,33%. Tais evidências indicam eventual necessidade de aprimorar a divulgação das estratégias sobre segurança cibernética aos trabalhadores da organização pública brasileira em estudo.

Questão / afirmação	1	2	3	4	5	Mediana	Moda
Ciência da existência de comitê interno ou externo envolvido em questões de segurança cibernética	24,77%	11,01%	28,44%	24,77%	11,01%	3	3
Ciência de iniciativa estratégica para abordar a segurança cibernética	23,85%	10,09%	25,69%	26,61%	13,76%	3	4

Legenda: 1 = Fortemente Inconsciente; 2 = Moderadamente Inconsciente; 3 = neutro (nem consciente, nem inconsciente); 4 = Moderadamente Consciente, 5 = Fortemente Consciente.

Observação: para esta questão, 100,00% correspondem a 109 respostas válidas.

Tabela 6 – Outras Iniciativas de Segurança Cibernética

5. Considerações Finais

O objetivo principal deste estudo foi investigar a percepção sobre conscientização em segurança cibernética de trabalhadores em uma organização pública federal brasileira. Para alcançar este objetivo, desenvolveu-se um estudo descritivo, com aplicação de questionários via formulário eletrônico disponível pela internet, empregando-se estatística descritiva complementada por análise de documentos a respeito da referida organização.

Da coleta de dados primários, obteve-se uma amostra de 109 trabalhadores da organização pública federal, integrante da administração indireta e com área de atuação em órgãos da sede no Distrito Federal e em superintendências dos estados da federação. Essa coleta de dados ocorreu por meio de questionário previamente testado, contendo perguntas, baseadas no estudo de Ngoma (2019) e complementada por demais referências citadas na fundamentação teórica. Para o tratamento dos dados, utilizou-se estatística descritiva, com aferição da mediana e moda, complementada por análise documental.

Com base nos resultados descritos na Seção 4, apurou-se que 94,50% das respostas válidas concordavam que o alerta frequente sobre ameaças cibernéticas motiva os usuários a comportamento online seguro. Ademais, apurou-se que 97,25% do total de respostas válidas reconhecem 'frequentemente' ou 'sempre' que as ameaças à segurança cibernética têm impacto negativo na organização, convergindo com evidências documentais e com a fundamentação teórica.

Por outro lado, sobre a percepção de que a organização lembra os usuários sobre práticas online seguras, 67,89% de respostas válidas manifestaram frequência 'raramente' ou 'ocasionalmente' sobre a organização lembrar consistentemente seus usuários sobre práticas online seguras. Em adição, verificou-se que 82,41% dos respondentes não são comunicados sobre *phishing*, 73,15% deles não são alertados sobre *ransomware* e que 61,11% dos respondentes não são alertados sobre *malware*.

Quanto à percepção sobre outras iniciativas relativas à conscientização sobre segurança cibernética, verifica-se que 80,73% do total de respostas válidas indicam que a organização

nunca ou raramente promove treinamentos sobre segurança cibernética. Sobre a percepção da existência de política formal de segurança cibernética, os resultados indicaram a resposta "não sei / desconheço" com 61,47% do total de respondentes Os resultados citados nesse parágrafo divergem das evidências documentais que indicam iniciativas de treinamento da organização e existência de política formal de segurança cibernética, e divergem, também, do teor de estudo anterior citado na fundamentação teórica.

Com relação à existência de um comitê envolvido em questões de segurança cibernética, as respostas válidas indicaram percepção neutra quanto à ciência desse comitê. Quanto aos mecanismos de gestão de segurança cibernética, houve 40,37% do total de respostas válidas que indicaram alguma consciência de iniciativa estratégica da organização para abordar a segurança cibernética. Esse percentual diverge da análise documental e de estudo anterior citado na fundamentação teórica.

Os resultados obtidos, especialmente o confronto das percepções dos respondentes com evidências documentais, revelam oportunidades no sentido de sugerir à organização reflexão sobre o aprimoramento da conscientização em segurança cibernética. Alguns pontos para exame contemplam a divulgação de treinamento em segurança cibernética, a divulgação de iniciativas estratégicas sobre segurança cibernética, a divulgação da existência de uma política formal de segurança cibernética e de comitê que dispõe sobre o tema.

Este estudo pode auxiliar o aprimoramento da estratégia de conscientização em segurança cibernética da organização estudada, podendo contribuir para reflexões de gestores, acadêmicos, órgãos de controle e demais partes interessadas a respeito da percepção sobre conscientização em segurança cibernética de organizações públicas no Brasil. Importante citar, contudo, que o estudo possui delimitações por conta de o questionário ter sido aplicado a uma amostra não probabilística de 109 respondentes. Adicionalmente, os dados primários coletados dizem respeito às percepções dos respondentes e os dados secundários são fontes de evidência textual referentes ao período a que se referem os dados coletados.

Como sugestões de pesquisas futuras, pode-se conceber estudos de caso para avaliação e aprimoramento da conscientização da segurança cibernética na organização estudada, inclusive em outros períodos de análise. Ademais, a introdução deste estudo indicou que pesquisas sobre conscientização em segurança cibernética no Brasil são escassas.

Nesse sentido, sugere-se aplicação de estudos similares em outras organizações públicas de outras esferas de poder, atuantes em estados, Distrito Federal ou municípios do Brasil. Por fim, sugere-se estudar a percepção sobre conscientização em segurança cibernética empregando estatísticas inferenciais, ou ainda incorporando o tema em pauta ao estudo de organizações públicas em outros países de diferentes continentes.

Referências

Andronache, A. (2021). Increasing Security Awareness through Lenses of Cybersecurity Culture. Journal of Information Systems & Operations Management, 15 (1), 7-22.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). ABNT NBR ISO/IEC 27032:2015. Tecnologia da Informação – Técnicas de segurança – Diretrizes para segurança cibernética. Rio de Janeiro: ABNT.

Babbie, E. R. (2020). The practice of social research. Cengage learning.

Bacud, M. L.; Mäses, S. (2021). Game-Based Learning for Cybersecurity Awareness Training Programmes in the Public Sector. In: ECEL 2021 20th European Conference on e-Learning. Academic Conferences International limited. 50-58.

Barret, M. P. (2018). Framework for improving critical infrastructure cybersecurity version 1.1. NIST Cybersecurity Framework. https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.04162018.

Brasil. Tribunal de Contas da União (2022). Cinco controles de segurança cibernética para ontem / Tribunal de Contas da União. – Brasília : TCU https://portal.tcu. gov./data/files/4D/E3/DF/81/8C0848102DFE0FF7F18818A8/__5%20Controles%20de%20seguranAa%20cibernAtica%20para%20ontem_final_web.pdf

Decreto n. 10.222 de 6 de fevereiro de 2020 (2020). Aprova a Estratégia Nacional de Segurança Cibernética. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10222.htm.

Center for Internet Security (2021). Critical Security Controls Version 8. Center for Internet Security. https://learn.cisecurity.org/CIS-Controls-v8-guide-pdf

European Union Agency for Cybersecurity (2021). ENISA Threat Landscape 2021. October. https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2021/@@download/fullReport.

Gil, A. C. (2019). Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 6. ed. – São Paulo: Atlas.

International Telecommunication Union (2020). Global Cybersecurity Index 2020. ITU. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2021-PDF-E.pdf.

Karagozlu, D. (2020) Determination of cyber security ensuring behaviours of pre-service teachers. Cypriot Journal of Educational Science. 15(6), 1698-1706.

Karpiuk, M.(2021). The obligations of public entities within the national cybersecurity system. Cybersecurity and Law, 4 (2), 57-72.

Khando, K.; Gao, S., Islam, S. M., Salman, A. (2021). Enhancing employees information security awareness in private and public organisations: A systematic literature review. Computers & Security, 106, article 102267, 1-22.

Mambile, C., Mbogoro, P. (2020). Cybercrimes awareness, cyber laws and its practice in public sector Tanzania. International Journal Of Advanced Technology And Engineering Exploration, 7 (68), 119-127.

Ngoma, M. L. (2019). Cybersecurity Awareness in South African Public Sector Organisations. Master's Dissertation. University of Johannesburg.

Ngoma, M. L., Keevy, M., Rama, P. (2021). Cyber-security awareness of South African state-mandated public sector organisations. Southern African Journal of Accountability and Auditing Research, 23 (1), 53-64.

Nikolova, I. (2017). Best Practice for Cybersecurity Capacity Building in Bulgaria's Public Sector. Information & Security, 38, 79-92.

Organização dos Estados Americanos [OEA] (2020). Revisão da capacidade de Cibersegurança. https://www.oas.org/pt/ssm/cicte/docs/PORT-Revisao-da-Capacidade-de-Ciberseguranca.pdf

Prodanov, C. C., Freitas, E. C. (2013). Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição. Feevale.

Price Waterhouse Coopers (2022). PwC Cyber Threats 2021: A Year in Retrospect. PwC. https://www.pwc.com/gx/en/issues/cybersecurity/cyber-threat-intelligence/cyber-year-in-retrospect/yir-cyber-threats-report-download.pdf

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2013). Metodologia de pesquisa (5a ed.). São Paulo: McGraw Hill.

Siegel, S., Castellan Jr, N. J. (2006). Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. Artmed Editora.

Tirumala, S. S., Valluri, M. R., Babu, G. A (2019). A survey on cybersecurity awareness concerns, practices and conceptual measures. In: 2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). IEEE. 1-6

Wirtz, B. W., Weyerer, J. C (2017). Cyberterrorism and cyber attacks in the public sector: How public administration copes with digital threats. International Journal of Public Administration, 40 (13), 1085-1100.

Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (http://www.risti.xyz).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

Criterios Editoriales

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

Lo envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (http://www.risti.xyz).

Todos los trabajos enviados son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

©RISTI 2024 http://www.risti.xyz

