ISSN: 1646-9895

risti

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

A b r i l 2 3 • A p r i l 2 3



©RISTI 2023 http://www.risti.xyz

Nº E57

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

Edição / Edition
N.º E57, 04/2023

ISSN: 1646-9895

Indexação / Indexing
Academic Journals Database, CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, Latindex, ProQuest, QUALIS, SCImago, SCOPUS, SIS, Ulrich's.

Publicação / Publication
RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Rua Quinta do Roseiral 76, 4435-209 Rio Tinto, Portugal
Web: http://www.risti.xyz

Director
Álvaro Rocha, ISEG, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Issue Coordinators
Waldo Elio Ibarra, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, PE

Conselho Editorial / Editorial Board
A. Patrícia Oliveira Universidade de Aveiro, PT
Abel Méndez, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR
Alejandro Peña, Universidad EAFIT, CO
Alma Gómez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES
Ana Melro, Universidade de Aveiro, PT
Ana Paula Afonso, P.PORTO/ISCAP.IPP/CEOS.PP, PT
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
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
Fernandp Bandeira, PT
Filipe Cardoso, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Flor Gomes de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
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 Balsa, LASIGE, Universidade de Lisboa, Portugal
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
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT
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
Rita Oliveira, DigiMedia, Universidade de Aveiro, PT
Rita Santos, ESTGA/DigiMedia, Universidade de Aveiro, Portugal
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

Aplicación Móvil con Realidad Aumentada, utilizando la metodología Mobile-D, para el marketing relacional en el museo histórico del Mobiliario 1
José Antonio Ogosi Auqui, Victor Hugo Guadalupe Mori, Luis Antonio Usquiano Cárdenas, Diana Carolina Campean Usquiano, Jorge Cano Chuqui, David Hugo Obando Pacheco, Roberto Esparza Silva

Detección de patrones de defunción por COVID-19 utilizando técnicas no supervisadas de minería de datos..... 14
Danny Fernández-Luque, Leticia Laura-Ochoa, Norka Bedregal-Alpaca

Um Modelo para Planejamento de Cursos Híbridos: Uma Avaliação Qualitativa na Perspectiva Docente..... 27
Marcel Jesus Dias, Luciana Cardoso de Castro Salgado, José Viterbo Filho

Desenvolvimento de plataforma tecnológica sobre a História da transição para a democracia portuguesa: uma contribuição para a educação aberta 40
Dionisia Laranjeiro, Pierre Marie, Pedro Réquio

La experiencia de marca en relación con la intención de continuar con el servicio dentro de las plataformas de streaming audiovisual..... 53
Alonso Castillo Altamirano, Diego Risco Chang, Martín Mauricio Andía

Procesos Creativos para el aprendizaje del Diseño: análisis del referente y geometrización en software de diseño..... 68
Elizabeth K. Morales-Urrutia, Jorge Luis Santamaría Aguirre², Edisson Viera Alulema, Juan Paredes Chicaiza

Validación del Instrumento aplicado en comunidades del Ecuador para conocer la factibilidad técnica en eficiencia energética a través de sistemas fotovoltaicos 80
Washington Xavier Garcia-Quilachamin, Raúl Eduardo Largacha-Córdova, Juan Miguel Cedeño-Villaprado, Alexieva Tatiana-Alexievna, Jonny Alexander Mendoza-Zambrano

Identificación de necesidad de mantenimiento preventivo de tomacorrientes utilizando inteligencia artificial 93
Edmanuel Cruz, Jorge Castillo-Cruz , Adiz Mariel Acosta Reyes, Elia E. Cano, Carlos Rovetto , José Carlos Rangel

Proposta de um Algoritmo de Consenso para Plataformas *Blockchain* em Sistemas de Gestão de Saúde Privados 103
Fabricio Rodrigues Freire, William Ferreira Giozza, Carlo Kleber da Silva Rodrigues

Innovación, elementos e interacción en el aprendizaje para el emprendimiento: Una revisión sistemática de literatura.....117
Juca-Aulestia Marcelo, Iriarte-Solano Margoth, Estevao-Romeiro Artieres, Andrade-Vargas Lucy

Provisión de Comunicación Síncrona en Moodle a través de Mensajería Instantánea 131
Lucy Delgado-Barra, Norka Bedregal-Alpaca, Karim Guevara-Puente de la Vega, Leticia Laura-Ochoa, Sofia Peñares-Pillaca, Erick Carpio-Hachiri

Modelo matemático para optimizar el tráfico vehicular de los semáforos de calle 50 de la ciudad de Panamá 143
Carlos Rovetto, Edmanuel Cruz, Ivonne Nunez, Keyla Santana, Elia Cano

Martha-Bot: Un asistente robótico para el soporte en la enseñanza de habilidades de orientación espacial a niños con discapacidad intelectual leve y moderada 156
Nuria Parapi-Peña, Verónica Velasquez-Angamarca, Efrén Lema-Condo, Vladimir Robles -Bykbaev

Incidencia de la expectativa de esfuerzo y la expectativa de desempeño en la satisfacción laboral y compromiso organizativo de usuarios de plataformas digitales.....166
Sergio Araya-Guzmán, Esteban Riffo-Rodriguez, Cristian Salazar-Concha

Audiolivros Multissensoriais: uma evolução na experiência de leitura para pessoas com deficiência visual 177
Helder Yukio Okuno, Patrick Rodrigues Sardou, Bruno Policarpo Toledo Freitas, Fábio Paschoal Júnior, Aline Guida, Silvino Netto, Gustavo Guedes

ThinkinGame: o estudo do pensamento computacional através do uso de jogos on-line 189
Adriano Fiad Farias, Dante Augusto Couto Barone

Influencia del liderazgo respetuoso y del aislamiento profesional en el ajuste del teletrabajo y en la intención de continuar teletrabajando en académicos universitarios 204
Cristian Salazar-Concha, Bárbara Soto, Matías Triviño and Luis J. Camacho

A utilização de Design Thinking para promover a adoção de práticas sustentáveis no Ensino Básico e Secundário 217
Marlene Faria, Carolina Novo, Ana Lopes, Adelina Moura, Hariklia Tsalapatas, Olivier Heidmann, Carlos Vaz de Carvalho

Recuperación de información en IoT basada en ontologías de dominio 231
Diana Suárez López, José María Álvarez Rodríguez

Aprendizagem Baseada em Soluções Efetivas 240
Paulo Matos, Rui Alves, José Gonçalves

Sistema experto basado en reglas para la recomendación de puestos laborales a personas con discapacidad considerando evaluación funcional, formación académica y competencias laborales 256
Ángel Pérez-Muñóz, Verónica Uruchima-Juca, Monica Rodas-Tobar, María de Lourdes Cedillo-Armijos, Vladimir Robles-Bykbaev

Estimulación multisensorial para niños con discapacidad: una plataforma basada en sistemas expertos y módulos educativos sensorizados 270
Ana Parra-Astudillo, Vladimir Robles-Bykbaev, Pablo Torres-Peña, Maria Ordóñez Vásquez, Elizabeth Almeida-Soliz

Optimización de rutas en bases de datos espaciales para solución de problemas logísticos de transporte 283
Alvaro Enrique Ortiz, Luz Angela Rocha

Ambientes de Realidade Virtual direcionados para a Educação Patrimonial: Uma Revisão Sistemática 295
Carlos Henrique da Costa Silva, Amaury Antônio de Castro Junior, Anderson Corrêa de Lima, Lia Raquel Toledo Brambilla Gasques

Una herramienta de estimulación multisensorial para niños con discapacidad: un enfoque basado en módulos electrónicos, reciclaje y oximetría de pulso 309
Mónica Angamarca-Castillo, Marisol Angamarca-Naula, Vladimir Robles-Bykbaev, Efrén Lema-Condo, Sofía Bravo-Buri

Revisión de la Literatura: Método Automatizado De Reconocimiento Facial Basado En Algoritmos De Aprendizaje 318
Julián D. García O., Sandra M. Hurtado G., María I. Vidal C.

Implementación de la Norma ISO 27032 frente al riesgo de inseguridad para la comunidad estudiantil en tiempos de pandemia 332
Hernández Cruz Luz María, Alvarez Salgado Felipe Angel, Decena Chan Carlos Alberto y Gómez Kú Ricardo

Un juego serio para apoyar el aprendizaje del autocuidado de la salud y la educación sexual en niños con discapacidad intelectual..... 342
Karina Panamá-Mazhenda, Sofía Bravo-Buri, Yaroslava Robles-Bykbaev, Vladimir Robles-Bykbaev, María Eugenia Barros-Pontón

Integração do Google Maps ao Jogo-Simulador Kimera: Cidades Imaginárias – Criação do K-Maps Aplicado a Educação Cartográfica.....355
Fernando Kiffer de Souza Toledo, Marcos Vinícius de Souza Toledo, Karina Dutra de Carvalho Lemos

From task implementation to task reorganization through technology: A case study with an in-service mathematics teacher 369
Juan Fernando Molina-Toro, Jhony Alexander Villa-Ochoa and Alexander Castrillón-Yepes

Tunelamento DNS: metodologia de detecção para ambiente em nuvem computacional.....379
Lorena de Souza Bezerra Borges, Robson de Oliveira Albuquerque, Rafael Timóteo de Sousa Júnior

Estrategia didáctica basada en pensamiento computacional y mediada por TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde el razonamiento cuantitativo en la educación secundaria 393
Angel David Erazo Ibarra, Edwin Andrés Pachajoa Rodríguez, Aixa Eileen Villamizar Jaimes, Eleonora Palta Velasco, Dario Enrique Soto-Durán, Freddy Alonso Vidal Alegría

Análisis del estado del arte acerca de la (in)felicidad en las comunidades de desarrollo de software ágil 409
Eduardo Pérez, César Pardo, Carlos Orozco

Uso de plataformas digitales para la prestación de servicios tributarios. Caso Núcleos de Apoyo Contable y Fiscal 422
Yaguache Aguilar María Fernanda, Mariuxi Pardo-Cueva, Kleber Xavier Tenesaca-Martínez

Lego y Fischer technik como recurso de juego didáctico en la enseñanza de la matemática en educación media 434
Nolfer Rico-Bautista, Yurley Medina-Cárdenas, Dewar Rico-Bautista

Criterios aplicables a la calidad de la gestión educativa y administrativa de las Universidades públicas 449
Yurley Medina-Cárdenas, Dewar Rico-Bautista, Jose Swaminathan

Evaluación de los servicios en cloud computing en entornos participativos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí 462
Fabian Delgado, Viviana Garcia, Patricia Quiroz-Palma, John Cevallos-Macias, Jorge Herrera-Tapia, Hiraida Santana-Cedeño, María-Gabriela Lara-Cedeño

Impacto de la pandemia en el contexto educativo: percepción de los estudiantes de educación básica y media en el área rural.....476
Yesenia Areniz-Arevalo, Luis Anderson Coronel-Rojas, Dewar Rico-Bautista

Construcción de una base de datos no estructurada para procesar datos espirométricos 492
Luz Marina Sierra-Martínez, Jorge Alfredo Tunubalá-Ramírez, Diego H. Peluffo Ordóñez

Mapeo Sistemático de la Literatura sobre métodos de medición de tamaño funcional para Software 506
Rannoverng Yanac Montesino, José Antonio Pow-Sang-Portillo

Uso del Simulador PHET para la Enseñanza – Aprendizaje de una Competencia Matemática en Educación Primaria 520
Roxana Zuñiga-Quispe, Yesbany Cacha-Nuñez, Ivan Iraola-Real

¿Educar con Recursos Tecnológicos? Se Puede Intentar: Un Estudio de Caso de Madres y una Docente de Educación Inicial en Puno - Perú.....532
Ivan Iraola-Real, Juan Palomino-Paredes

Detección y solución de vulnerabilidades con Greenbone Security Assistant 544
Luis Chiluiza, Liliana Enciso

Parámetros de monitoreo de servidores con Pandora FMS para el sector financiero.....555
Alexander Espinoza, Liliana Enciso

Aplicación del modelo de vistas de arquitectura 4+1 en la gestión de una línea de productos de software 567
Anderson Jojoa-Giraldo, Félix Fernández-Peña, Pilar Urrutia-Urrutia, Fernando Ibarra-Torres

Análisis de contagios y decesos del SARS-CoV-2 en el mundo 579
Jesús Manuel Olivares Ceja, Alberto David Martínez Flores, Benina Velázquez Ordoñez, Marijose Garces Chimalpopoca, Zalma Valentina Moreno Galeano

Un Modelo de Legibilidad Basado en la Organización de Código Fuente 592
Paul Mendoza del Carpio

Robot e Inteligencia Artificial 604
Sussy Bayona-Oré, Javier Ballón

Interoperabilidad para el Gobierno Electrónico: Barreras 615
Sussy Bayona-Oré, Edward Oncoy

Agenda de investigación para la gestión de
losconocimientos en los entes regionales 624
Robert Laurini

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

Recebido/Submission: 14/11/2022
Aceitação/Acceptance: 25/02/2023

Aplicación Móvil con Realidad Aumentada, utilizando la metodología Mobile-D, para el marketing relacional en el museo histórico del Mobiliario

José Antonio Ogosi Auqui[1], Victor Hugo Guadalupe Mori[2], Luis Antonio Usquiano Cárdenas[3], Diana Carolina Campean Usquiano[4], Jorge Cano Chuqui[5], David Hugo Obando Pacheco[6], Roberto Esparza Silva[6],

c18793@utp.edu.pe; victor.guadalupe@upsjb.edu.pe; luis.usquiano@upsjb.edu.pe; diana.campean@upsjb.edu.pe; pcmadoba@upc.edu.pe; ccanochu@ucvvirtual.edu.pe; mesparza@unfv.edu.pe

[1] Universidad Tecnológica del Perú, Av. Petit Thouars 116, 15046, Lima, Perú.

[234] Universidad Privada San Juan Bautista, Av. San Luis 1923, San Borja 15037, Lima, Perú.

[5] Universidad César Vallejo, Av. Del Parque 640, Urb. Canto Rey, Lima, Perú.

[6] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Prolongación Primavera 2390, Santiago de Surco 15023, Lima, Perú.

[7] Universidad Nacional Federico Villareal, C. Carlos Gonzalez 285, San Miguel 15088, Lima, Perú.

Pages: 1-13

Resumen: El presente artículo se desarrolló a través implementación de la realidad aumentada, para medir el antes y el después del marketing relacional, para comparar y discutir los resultados actuales y los resultados futuros que ofrece la realidad aumentada, utilizando métricas establecidas durante un período específico de tiempo. Las TIC aplicadas son un producto innovador que ya se ha visto antes en los museos. El presente trabajo de investigación se formuló con el objetivo principal de determinar en qué medida el uso de aplicaciones móviles con realidad aumentada utilizando la metodología Mobile-D mejoraría el marketing relacional en el establecimiento en cuestión, entendido como una muestra de visitantes. En el establecimiento en cuestión, se comprendió como muestra de 30 visitantes, lo cuales fueron de utilidad para las respectivas pruebas en la etapa de Pre-Test y Post-Test.

Palabras-clave: cultura, mobile-d, establecimiento, público.

Mobile application with Augmented Reality, using the Mobile-D methodology, for relationship marketing in the historical museum of furniture

Abstract: This article was developed through the implementation of augmented reality, to measure the before and after of relationship marketing, to compare and

discuss the current results and future results offered by augmented reality, using established metrics during a specific period. Applied ICT is an innovative product that has been seen before in museums. This research work was formulated with the main objective of determining to what extent the use of mobile applications with augmented reality using the Mobile-D methodology would improve relationship marketing in the establishment in question, understood as a sample of visitors. In the establishment in question, it was understood as a sample of 30 visitors, which were useful for the respective tests in the Pre-Test and Post-Test stages

Keywords: culture, mobile-d, establishment, public.

1. Introducción

Debido a la pandemia de COVID-19, alrededor del 95% de los museos de todo el mundo han cerrado. Esto supone un gran reto para los más de 60.000 museos que deben abrir sus puertas al público, algunos de los cuales han sabido adaptarse gracias a soluciones digitales o en línea, como las visitas virtuales o la participación del público a través de las redes sociales. Sin embargo, debido a la infraestructura digital limitada de los museos y la gran demanda de canales virtuales, esto no se puede hacer para todos los museos ya sea que se refleje o se use en el entorno del turismo, uno de sus puntos fuertes es la manipulación interactiva de las aplicaciones (Kečkeš y Tomičić, 2017).

Si bien el Ministerio de Cultura ha reconocido el impacto positivo de las nuevas medidas en la dinamización económica del sector cultural, el MINCETUR reconoce la importancia de estas medidas para el turismo cultural, tanto en términos de creación de empleo como de difusión de tradiciones y diversidad. y puntos turísticos.

Según un informe estadístico del Ministerio de Cultura de las Áreas Metropolitanas de Lima y Callao, se registran 72 museos y el análisis funciona solo sobre una muestra de 12 museos, de los cuales 5 están en Callao y el resto en Lima capital. en , el Ministerio de Cultura administra 12 de ellos, lo que fue útil para estudios estadísticos.

Muchos temas han sido discutidos en el campo del aprendizaje debido al advenimiento de la realidad aumentada (Claros et al., 2019). Sin embargo, debido a la limitada infraestructura digital de los museos y la creciente demanda de canales virtuales, esto o es factible para todos los museos (ICOM, 2020). En respuesta, los gobiernos de varios países anunciaron medidas para enfrentar el impacto económico y social de la pandemia, en paquetes o planes específicos dirigidos al sector cultural (UNESCO, 2019). Como una de las señales del establecimiento de esta relación es la proliferación de publicaciones sobre este tema (Col et al., 2014).

2. Fundamentación Teórica

2.1. Aplicación Móvil

Una aplicación o aplicación móvil es un programa informático diseñado para ejecutarse en un dispositivo móvil, como un teléfono inteligente o una tableta (Cuello y Vittone, 2013).

2.2. Realidad Aumentada

La realidad aumentada se refiere a tecnologías que permiten o contribuyen a la combinación en tiempo real de información digital y física a través de diversos soportes técnicos (Recalde, 2018).

2.3. Marketing Relacional

El marketing relacional es la gestión estratégica de las asociaciones con los clientes y otras partes interesadas. Su objetivo es distribuir el valor de manera justa, adquirir y retener clientes (Torres et al. 2018).

2.4. Mobile-D

El enfoque Mobile-D está diseñado principalmente para el desarrollo de aplicaciones móviles y fue propuesto por Pekka Abrahamsson y el Grupo de Trabajo VTT en Finlandia.

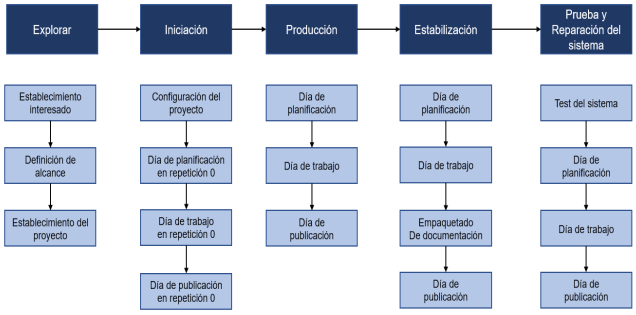


Figura 1 – Ciclo de desarrollo de la metodología Mobile-D

3. Desarrollo de la Aplicación móvil

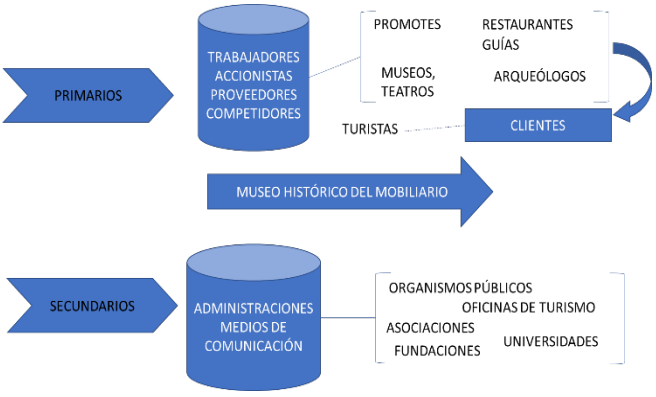


Figura 2 – Stakeholders internos-externos



Figura 3 – Cadena de Valor

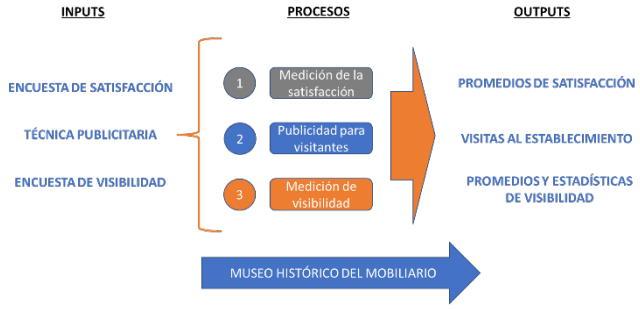


Figura 4 – Procesos de Negocios

3.1. Exploración

Establecimiento de los Grupos de Interés o Stakeholder:

- Grupos de Interés: Museo Histórico del Mobiliario: Museo con propósito de iniciativa cultural mediante la exposición de sus objetos culturales.
- Clientes potenciales: Visitantes del Museo anteriormente mencionado.

Establecimiento del proyecto:

En este apartado se determinan los recursos físicos y técnicos necesarios para el desarrollo de la aplicación.

- Equipos: HUAWEI MateBook D14, Intel Core i5-10th Generación a más, 8GB RAM a más, Windows 10 con versiones estables.
- Inicialización
- Configuración del Proyecto
- Arquitectura del Proyecto

Preparación del ambiente:

En esta sección se debe contar con lo siguiente:

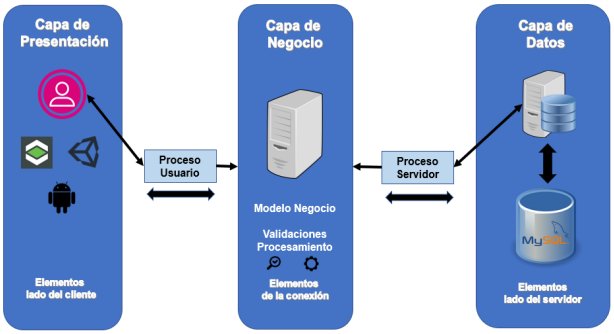


Figura 5 – Arquitectura del Proyecto

- Laptop Intel Core i5-10th Generación con 8GB de RAM.
- Licencia de Unity 2019.3.15 64 Bits y de Vuforia 10.2 64 Bits.
- Descargar SDK de Unity, SDK Vuforia y Editor de Código Monodevelop.
- Exportar objetos 3D en formato compatible en Unity (.fbx o .obj).
- Crear carpetas con relación o descripción a un orden jerárquico (scripts, escenas, assets, texturas, imágenes, etc).
- Cargar disparadores de objetos 3D en la BD de Vuforia

Capacitación:

Se lleva a cabo para que el trabajo de desarrollo sea supervisado dos veces por semana por un consultor de unidad dedicado, que nos capacita y nos guía en el desarrollo de aplicaciones AMoRA.

Plan de Comunicación:

En este apartado se utilizan diversas aplicaciones o programas como medio de comunicación, además de los canales de comunicación tradicionales (videollamadas, correo, llamadas, etc.), que se pueden enumerar a continuación:

- Gmail.
- Google Meet.
- Google Drive.
- Trello.
- Bitbucket.
- Whatsapp.

Esquema de navegabilidad:

3.2. Producción

Esta sección presenta la relación del modelo de entidad con la base de datos de la máxima importancia de la gestión de datos y la información que se brindará en aplicaciones móviles.

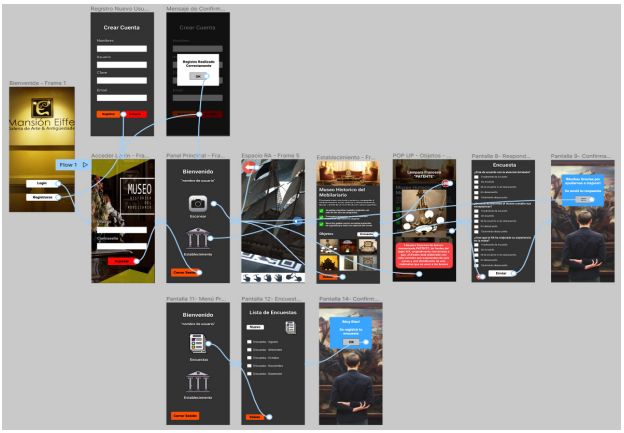


Figura 6 – Flujo de Pantalla de la Aplicación



Figura 7 – Entidades identificadas

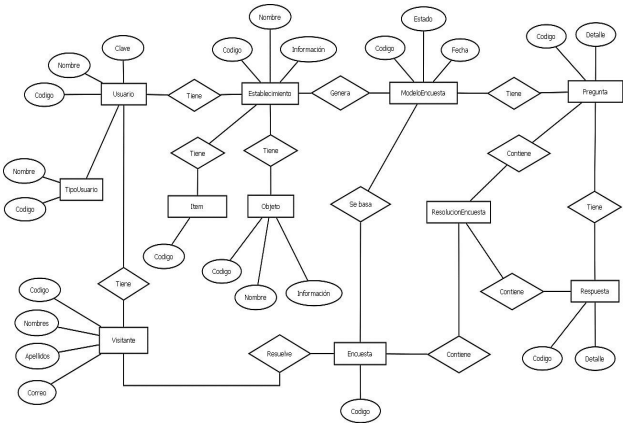


Figura 8 – Modelo Relacional

Diccionario de datos:

- Tabla Usuario: Hace referencia a la tabla que almacena la información relacionada a los usuarios de la aplicación móvil.
- Tabla Visitante: Hace referencia a la tabla que almacena la información del visitante que se haya registrado previo formulario.
- Tabla Establecimiento: Hace referencia a la tabla que almacena la información del museo.
- Tabla Ítem: Hace referencia a la tabla que almacena la información de los ítems que presenta el museo.
- Tabla Objeto: Hace referencia a la tabla que almacena la información de los objetos culturales del museo.
- Tabla Modelo Encuesta: Hace referencia a la tabla que almacena la información de la guía de encuesta que van dirigidas al museo.
- Tabla Encuesta: Hace referencia a la tabla que almacena la información de la encuesta dirigida al visitante.
- Tabla Pregunta: Hace referencia a la tabla que almacena el detalle de las preguntas dirigidas a la encuesta
- Tabla Respuesta: Hace referencia a la tabla que almacena la información de las opciones de respuesta dirigidas a la encuesta

Tarjetas de historias de usuario:

En la siguiente tabla se muestra la Dificultad, Esfuerzo que está siendo definido como H (Horas), D (Días) y M (Meses). Por otro lado Prioridad donde 5 es alta y 1 baja.

ID	**Historia de Usuarios**		
	Historia	***Dificultad***	***Prioridad***
SC01	Bienvenida Usuario	Fácil	5
SC02	Registro Usuario	Intermedio	5
SC03	Inicio de Sesión	Fácil	5
SC04	Panel Principal	Fácil	5
SC05	Cámara - RA	Muy Difícil	5
SC06	Establecimiento	Intermedio	4
SC07	Pop Up Informativos	Intermedio	3
SC08	Encuesta	Difícil	4
SC09	Acerca de	Fácil	2

Tabla 1 – Historias de Usuarios

3.3. Estabilización

Los dispositivos portátiles y las aplicaciones de bases de datos intentan resolver los errores de descarga y la diferencia entre datos de cómics, subsistema o estereotipos

que se han desarrollado a partir de las aplicaciones de teléfonos móviles que se han fusionado lentamente.

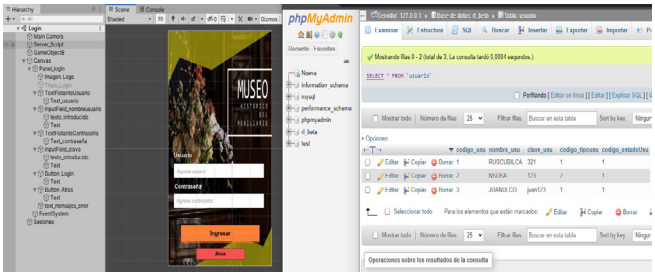


Figura 9 – Estabilización de APP y Base de Datos

3.4. Pruebas

Matriz de los casos de prueba correspondiente al caso de uso de registro usuario propio ejecutado por el visitante en la interfaz de registro de usuario.

Nro	NombreIdentificador	Descripción	Pre condiciones	Entradas	Pasos	Resultados Esperados	Pos condición	Estado	Prioridad
1	CP_REG1	Registrar usuario dejando todos los campos vacios	Debe estar creado la interfaz del Registro	Datos del nuevo usuario a registrar	1- Abrir la aplicación 2-Seleccionar opción "Registrarse" 3- Seleccionar "Registrar" sin rellenar los campos.	Mostrar un mensaje o alerta, indicando los campos requeridos para dicho registro.	No se registra al usuario a la BD y tampoco la interfaz sufre algún cambio.	Abierto	Alta
2	CP_REG2	Registrar usuario rellenando todos los campos	Debe estar creado la interfaz del Registro	Datos del nuevo usuario a registrar	1- Abrir la aplicación 2-Seleccionar opción "Registrarse" 3- Rellenar todos los campos y seleccionar "Registrar".	Mostrar un mensaje de "Usuario Registrado Satisfactoriamente".	Se registra el nuevo usuario a la BD y devuelve al usuario al Login	Abierto	Alta
3	CP_REG3	Rellenar el registro con sintaxis erróneas	Debe estar creado la interfaz del Registro	Datos del nuevo usuario a registrar	1- Abrir la aplicación 2-Seleccionar opción "Registrarse" 3- Rellenar el registro, pero con datos que no tengan relación con los campos requeridos.	Mostrar un mensaje indicando "Rellenar los datos correctamente"	No se registra al usuario a la BD y la interfaz no sufrió algún cambio	Abierto	Alta
4	CP_REG4	Rellenar los campos y cancelar el registro	Debe estar creado la interfaz del Registro	Datos del nuevo usuario a registrar	1- Abrir la aplicación 2-Seleccionar opción "Registrarse". 3- Rellenar el registro y seleccionar la opción "Cancelar".	Re dirección del usuario a la interfaz del Login	No se registra el nuevo usuario a la BD y devuelve al usuario al Login	Abierto	Alta

Figura 10 – Caso de Uso CUS-01

Matriz de los casos de prueba correspondiente al caso de uso ingresar al sistema ejecutado por el visitante en el login.

Nro	NombreIdentificador	Descripción	Pre condiciones	Entradas	Pasos	Resultados Esperados	Pos condición	Estado	Prioridad
1	CP_LOG1	Dejar campos en blanco en el formulario del login	1. Debe estar definida la interfaz login. 2. Debe estar registrado el usuario.	Datos correspondientes del usuario	1- Abrir la aplicación 2- Seleccionar el botón "Ingresar", sin rellenar los datos	Mostrar un mensaje o alerta, indicando los campos requeridos.	La interfaz no sufre cambios	Abierto	Alta
2	CP_LOG2	Rellenar todos los campos en el formulario del login	1. Debe estar definida la interfaz login. 2. Debe estar registrado el usuario.	Datos correspondientes del usuario	1- Abrir la aplicación 2- Rellenar los datos del usuario y Seleccionar el botón "Ingresar".	Re dirección del usuario a la interfaz de Bienvenida	Re direcciona al usuario a la interfaz principal	Abierto	Alta
3	CP_LOG3	Ingresar credenciales no existentes en la BD	1. Debe estar definida la interfaz login. 2. Debe estar registrado el usuario.	Datos correspondientes del usuario	1- Abrir la aplicación 2- Rellenar datos incorrectamente y Seleccionar el botón "Ingresar".	Mostrar un mensaje o alerta, indicando "Usuario o Contraseña incorrecto"	La interfaz no sufre cambios	Abierto	Alta

Figura 11 – Caso de Uso CUS-02

4. Resultados

Esto será más fácil en algunos casos que en otros, especialmente cuando el indicador está tratando de registrar el progreso con respecto a un resultado o efecto (Ruiz, 2011).

A continuación, se presentan las KPI con las medias PRETEST y POSTEST cuyos resultados numéricos se visualizan en la siguiente tabla:

ID	KPIs de la investigación (Prom)		
	KPI	***PrePrueba***	***PostPrueba***
I1	Cantidad de Clientes Captados	5,37	11,60
I2	Cantidad de Retroalimentaciones	2,13	4,67
I3	Satisifacción del Cliente	0,3	0,63

Tabla 2 – KPIs de la investigación

KPI2: Cantidad de Retroalimentaciones:

	Pre – Prueba	Post – Prueba		
	2	4	4	4
	1	3	3	3
	3	6	6	6
	1	4	4	4
	2	6	6	6
	1	5	5	5
	1	4	4	4
	2	6	6	6
	2	5	5	5
	2	4	4	4
	2	6	6	6
	3	4	4	4
	2	5	5	5
	3	6	6	6
	3	4	4	4
	3	5	5	5
	3	5	5	5
	2	6	6	6
	1	4	4	4
	1	6	6	6
	1	5	5	5
	1	4	4	4
	1	3	3	3
	2	3	3	3
	2	5	5	5
	1	4	4	4
	3	5	5	5
	2	4	4	4
	1	5	5	5
	10	4	4	4
Promedio	2.133333333	4.7		
Meta Planteada		4		
N° menor al Promedio		14	3	30
% menor al Promedio		46.7	10	100

Figura 12 – Resultados de KPI2 Cantidad de Retroalimentaciones

El 46.7% al desarrollar el aplicativo con Realidad aumentada mostró una evaluación en el Cantidad de Retroalimentaciones menores a su tiempo promedio.

El 0% al desarrollar el aplicativo con Realidad aumentada mostró una evaluación en el Tiempo en la revisión de una publicación menores a la meta planteada.

El 100% al desarrollar el aplicativo con Realidad aumentada mostró una evaluación en el Tiempo en la revisión de una publicación menores al promedio en la PrePrueba.

Estadística descriptiva:

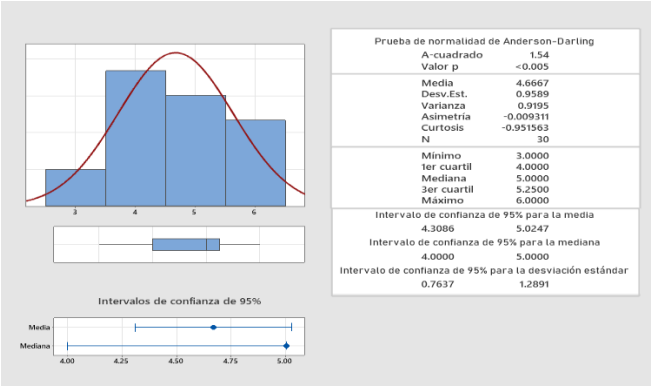


Figura 13 – Estadística Descriptiva resumen del KPI2: Cantidad de Retroalimentaciones de PrePrueba y PostPrueba

Nro. Medición	1	2	3	4	5
Valor	No	No	No	Si	Si
	6	7	8	9	10
	No	No	Si	No	No
	11	12	13	14	15
	Si	No	Si	No	No
	16	17	18	19	20
	Si	No	No	Si	Si
	21	22	23	24	25
	No	Si	No	No	No
	26	27	28	29	30
	No	No	No	No	No

¿Le gustó el proceso?

Estado	Frecuencia
Si	9
No	21
Total	30

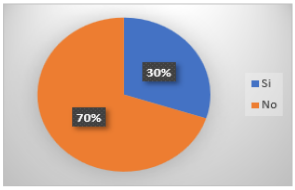


Figura 14 – Satisfacción del Cliente - PrePrueba

La distancia "promedio" de las observaciones individuales de la cantidad de retroalimentaciones con respecto a la media es de 4.6667 retroalimentaciones.

Alrededor del 95% del Cantidad de Retroalimentaciones están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 4.309 y 5.025 retroalimentaciones.

La Curtosis = -0.9515 indica que tenemos datos de retroalimentaciones con picos muy bajos.

La Asimetría = -0.0093 indica que la mayoría de la cantidad de Retroalimentaciones son altos.

El 1er Cuartil (Q1) = 4.000 retroalimentaciones, indica que el 25% de la Cantidad de Retroalimentaciones es menor o igual a este valor.

El 3er Cuartil (Q3) = 5.2500 retroalimentaciones indica que el 75% de la Cantidad de Retroalimentaciones es menor o igual a este valor.

Pre-Prueba:

El 70% de las veces la Satisfacción del Cliente fue negativa por clientes del museo histórico de un mobiliario en el análisis de un documento de investigación.

El 30% de las veces la Satisfacción del Cliente fue positiva por clientes del museo histórico de un mobiliario en el análisis de un documento de investigación.

Post-Prueba:

Nro. Medición	1	2	3	4	5
Valor	Si	Si	Si	No	Si
	6	7	8	9	10
	Si	No	Si	Si	No
	11	12	13	14	15
	Si	Si	No	Si	Si
	16	17	18	19	20
	No	Si	No	Si	No
	21	22	23	24	25
	Si	No	Si	No	Si
	26	27	28	29	30
	No	No	Si	Si	Si

¿Le gustó el proceso?

Estado	Frecuencia
Si	19
No	11
Total	30

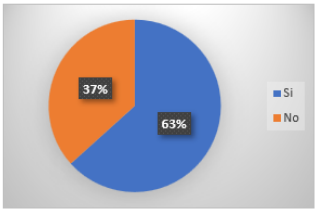


Figura 15 – Satisfacción del Cliente - PostPrueba

El 63% de las veces la Satisfacción del Cliente fue positiva por clientes del museo histórico de un mobiliario en el análisis de de un documento de investigación.

El 37% de las veces la Satisfacción del Cliente fue negativa por clientes del museo histórico de un mobiliario en el análisis de de un documento de investigación.

5. Discusión

Se observa que, el uso de la Aplicación móvil con realidad aumentada aumentó la cantidad de retroalimentaciones para el Marketing Relacional en el Museo Histórico del Mobiliario.

Se observa que, el uso de la Aplicación móvil con realidad aumentada elevó la Satisfacción del Cliente para el Marketing Relacional en el Museo Histórico del Mobiliario.

Estos resultados muestran que una Aplicación móvil ayuda en el marketing relacional en el establecimiento en cuestión.

6. Conclusión

La aplicación móvil con realidad aumentada influye de manera positiva la cantidad de retroalimentaciones con un puntaje promedio de 4.

La aplicación móvil con realidad aumentada influye de manera positiva la satisfacción del cliente con un puntaje promedio de 0.67.

Es notorio, que la presencia de una aplicación móvil con realidad aumentada se presenta como una herramienta tecnológica que permite al negocio en cuestión presentar un valor agregado para sus clientes, ya que no solamente es poder visualizar la sobreexposición del objeto a mostrar sino que también interactuar con la misma.

Agradecimientos

Muchas gracias a la revista de ICITS'2023 porque en esta ocasión hemos decidido presentar el presente artículo para su revisión, por estas razones es que estamos agradecidos de ser atendidos para publicar para esta revista de ICITS'2023.

Referencias

Claros, D. C., Millán, E. E., & Gallego, A. P. (2019). *Use of Augmented Reality, Gamification and M-learning*. Revista Facultad de Ingeniería, 29(54), e12264. https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.12264

Coll, V., Carrasco, S., Blasco, O. y Vila, L. (2014). *Propuesta metodológica para el diseño de un sistema de indicadores culturales local basado en la planificación estratégica*. Recuperado de https://doi.org/10.5209/rev_POSO.2014.v51.n2.42385

Cuello, J., & Vittone, J. (2013). *Diseñando apps para móviles*. José Vittone — Javier Cuello.

ICOM. (Noviembre de 2020). *Museos, profesionales de los museos y COVID-19*. Recuperado de https://icom.museum/es/news/informe-seguimiento-museos-covid-19/

Kečkeš, A. y Tomičić, I. (2017). *Augmented Reality in Tourism - Research and Applications Overview*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/318555551_Augmented_Reality_in_Tourism_-_Research_and_Applications_Overview

Recalde, J. M. (2018). Cabero Almenara, J. y García Jiménez, F. (coords.) (2016). Realidad aumentada: tecnología para la formación. *Síntesis*, 141 pp. Tecnología, ciencia y educación, 161–162. Recuperado de https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/181

Ruiz, D. (2011). *REALIDAD AUMENTADA, EDUCACIÓN Y MUSEOS*. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552556583013

Torres Briones, C. y Pacheco Rodríguez, M. (2018). Marketing Relacional y Comunicación Interna. Guayaquil, Ecuador: Andrade Zamora, Fabrizzio Jacinto

UNESCO. (Mayo de 2020). *La UNESCO y el ICOM preocupados por la situación de los museos del mundo*. Recuperado de https://es.unesco.org/news/unesco-y-icom-preocupados-situacion-museos-del-mundo

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

Recebido/Submission: 16/12/2022
Aceitação/Acceptance: 13/03/2023

Detección de patrones de defunción por COVID-19 utilizando técnicas no supervisadas de minería de datos

Danny Fernández-Luque[1], Leticia Laura-Ochoa[1], Norka Bedregal-Alpaca[1]

dfernandezl@unsa.edu.pe; llaurao@unsa.edu.pe; nbedregal@unsa.edu.pe

[1] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

Pages: 14-26

Resumen: La minería de datos permite descubrir nuevas y significativas relaciones, patrones y reglas a partir de grandes conjuntos de datos, que apoyan una mejor toma de decisiones. En este trabajo, se utilizan técnicas no supervisadas de minería de datos para identificar patrones de las defunciones registradas en Perú a causa del COVID-19, utilizando el algoritmo de clustering K-means y algoritmo Apriori para reglas de asociación. Se utilizaron los datos abiertos proporcionado por el Ministerio de Salud (MINSA) del Perú, considerando el período de enero del 2021 hasta abril del 2022. Se siguieron las fases de comprensión de los datos, preparación de los datos y modelado descritas en la metodología CRISP-DM, para su posterior extracción de patrones y análisis de resultados. Los resultados muestran un análisis de los casos de defunciones según las condiciones del paciente previo a su fallecimiento, como condiciones de hospitalización y dosis de vacunación. Además, se obtiene el perfil de riesgo más alto de defunción en adultos mayores de sexo masculino sin dosis de vacunación. Estos resultados pueden ayudar a tener una visión del impacto actual y a futuro del riesgo de defunción tras el contagio y la efectividad de la vacunación en el país.

Palabras-clave: COVID-19, K-means, algoritmo Apriori, análisis de datos, vacunación para COVID-19, agrupamiento, reglas de asociación.

Detection of death patterns by COVID-19 using unsupervised data mining techniques

Abstract: Data mining allows the discovery of new and meaningful relationships, patterns, and rules from large data sets, which support better decision-making. In this work, unsupervised data mining techniques are used to identify patterns of deaths registered in Peru due to COVID-19, using the K-means clustering algorithm and Apriori algorithm for association rules. Open data provided by the Ministry of Health (MINSA) of Peru were used, considering the period from January 2021 to April 2022. The phases of data understanding, data preparation, and modeling described in the CRISP-DM methodology were followed for subsequent pattern extraction and analysis of results. The results show an analysis of the cases of death according to the conditions of the patient prior to death, such as hospitalization

conditions and vaccination dose. In addition, the highest risk profile for death is obtained in older male adults without vaccination doses. These results may help to have a vision of the current and future impact of the risk of death after infection and the effectiveness of vaccination in the country.

Keywords: COVID-19, K-means, Apriori algorithm, data analysis, vaccination for COVID-19, clustering, association rules.

1. Introducción

La nueva enfermedad causada por el coronavirus (COVID-19), también conocido como SARSCoV-2, se propagó rápidamente por todo el mundo, transmitiéndose a millones de personas y causando muertes diarias, por lo que, la organización mundial de la salud (OMS) la clasificó como pandemia mundial recibiendo mucha atención en la literatura (Kwekha-Rashid, Abduljabbar & Alhayani, 2021) (Rafea, Ahmed & Abdullah, 2021). En consecuencia, es importante que a nivel político la toma de decisiones favorezca a la sociedad, (Pereáñez, Arango, Camarillo & Fernández, 2021), por lo que se hace necesario la identificación de los diferentes patrones de riesgo relacionados al COVID-19.

Para Pérez y Santin (2017), la minería de datos permite descubrir nuevas y significativas relaciones, patrones y tendencias, a partir del análisis de grandes volúmenes de datos mediante el uso de técnicas y herramientas, por lo que es aplicada en diferentes áreas. Además, la ciencia de datos puede permitir extraer información significativa para predecir patrones y comportamientos futuros, luego del monitoreo de los casos de COVID-19 y el estado de vacunación, (Chakraborty, 2022).

Desde finales del 2019 se han realizado varios estudios centrados en el COVID-19 como muestra el trabajo de Radanliev et al. (2020), en varios de ellos se aplican tanto modelos matemáticos como minería de datos para analizar y modelar el desarrollo de la pandemia, el efecto de las intervenciones en la contención de la propagación y la evaluación de su impacto tanto en la salud mental como en la industria empresarial; para ello se utilizaron diferentes fuentes de datos, como información gubernamental, centros de salud, redes sociales y artículos científicos. Según la OMS (2021), las investigaciones desempeñan un papel clave para el conocimiento de la enfermedad y paran la toma de decisiones en la formulación de políticas de salud, basándose en los datos de los hechos registrados alrededor del mundo.

En este trabajo, se exploran y analizan las características de las personas fallecidas a causa del COVID-19 en Perú utilizando el conjunto de datos abiertos publicado por el Ministerio de Salud (MINSA) correspondiente al período comprendido entre enero del 2021 y abril del 2022, el cual contiene los datos demográficos y de ubicación de la población fallecida en el Perú. El objetivo es extraer información importante del conjunto de datos para tener una visión del impacto actual y a futuro de los patrones de riesgo de defunción tras el contagio y la efectividad de la vacunación en el país.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección II se presenta los trabajos relacionados a la aplicación de técnicas de minería de datos utilizando conjunto de datos de la pandemia de COVID-19. En la Sección III se describe la metodología utilizada para el desarrollo de nuestro trabajo. En la Sección IV se muestra y explica los resultados obtenidos. Finalmente, en la sección V se presenta nuestras conclusiones.

2. Trabajos Relacionados

Chakraborty (2022), aplica algoritmos de clustering k-means y jerárquico aglomerativo para agrupar y monitorear los estados y territorios de la unión de India a partir de un conjunto de datos de COVID-19 del período de marzo del 2020 a inicios de junio de 2021, el cual contiene información demográfica, número de casos confirmados, número de casos muertos y estado de vacunación. Sus resultados muestran la evolución de los casos confirmados y muertos a causa de COVID-19, estados con el número máximo de casos y muertes de COVID-19 tanto en la primera y segunda ola, estado de vacunación de los estados y territorios de la unión de India. Sugieren realizar un análisis a nivel de distrito de cada estado/territorios de la unión.

Nezhadmoghadam y Tamez-Peña (2021), descubrieron perfiles de riesgo más comunes para casos positivos y negativos de COVID-19, entre personas hospitalizadas con problemas críticos de salud respiratoria a partir del repositorio de datos abierto de México, el cual contiene resultados de las pruebas de COVID-19, factores de riesgo y resultados como diagnóstico de neumonía, UCI, muerte. Utilizaron aprendizaje no supervisado mediante el método PAM (Partitioning Around Medoids) y agrupamiento por consenso, también árboles de decisión supervisados para describir la asociación de los factores de riesgo descubiertos y extraer reglas de decisión. Sus resultados mostraron los principales factores de riesgo de mortalidad por COVID-19, como género, hipertensión, diabetes y obesidad, independientemente de la edad. Asimismo, se encontró que el perfil riesgo más alto con COVID-19 no confirmados eran mujeres con diabetes o hipertensas sin diabetes mayores de 63 años.

En el trabajo de Hutagalung et al. (2021), se realiza el agrupamiento de casos y muertes a causa del COVID-19 en el Sudeste Asiático utilizando el algoritmo de K-Means mediante la herramienta RapidMiner. Utilizaron datos estadísticos del país, área de casos confirmados y muertes de abril de 2020 de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Obtuvieron como resultados tres clusters: alto (C1), medio (C2) y bajo (C3), en donde cuatro países se encuentran en el cluster C1, un país en el cluster C2 y 6 países con un clúster C3, que sirven para concientizar y tomar acciones sobre el problema de la transmisión y muertes a causa del Covid-19, siendo los países como Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia del cluster C1, con niveles altos de casos y muertes por Covid-19, por lo que eran considerados de zona roja.

En el trabajo de Safdari et al. (2021), se busca determinar los métodos de minería de datos preferidos en los diversos trabajos de investigación alrededor del mundo, los resultados de la revisión mostraron que la técnica de minería de datos preferida pertenecía al procesamiento del lenguaje natural (22%) y el enfoque propuesto con más frecuencia era revelar las características de la enfermedad (22%). En cuanto a las enfermedades, la enfermedad más abordada fue COVID-19. Los estudios muestran un predominio de la aplicación de técnicas de aprendizaje supervisado (90%). En cuanto a los ámbitos sanitarios, encontramos que las enfermedades infecciosas (36%) son las más frecuentes, seguidas de cerca por la disciplina epidemiológica. El software más utilizado en los estudios fue SPSS (22%) y R (20%).

Arminarahmah et al. (2020), mapean la propagación del virus COVID-19 en Asia según el total de casos de muertes, curados y contagiados de 49 países, a partir de los datos del sitio web Worldometer de la OMS, centro para el control y prevención de enfermedades (CDC),

número de historia clínica (NHC) y otros. Proponen la utilización del algoritmo X-Means Clustering con la ayuda de Rapidminer, el cual es una mejora de K-Means y cubre algunas de sus deficiencias, se utiliza para probar datos en función del valor del centroide, que luego se modifica para obtener cinco grupos, en función de la distancia euclidiana.

Muhammad et al. (2020), desarrollaron modelos de minería de datos para la predicción de la recuperación de pacientes infectados utilizando un conjunto de datos epidemiológicos de pacientes con COVID-19 de Corea del Sur. Aplicaron los algoritmos de árbol de decisión, support vector machine, naive Bayes, regresión logística, random forest, and K-means. Su modelo predijo un número mínimo y máximo de días para que los pacientes se recuperen del virus, el grupo de edad de pacientes según su probabilidad de recuperación. Los resultados del estudio han demostrado que el modelo desarrollado con el algoritmo de minería de datos del árbol de decisión es más eficiente para predecir la posibilidad de recuperación de los pacientes infectados de la pandemia COVID-19 con una precisión general del 99,85%, que se presenta como el mejor modelo desarrollado entre los modelos desarrollados con otros algoritmos.

3. Metodología

En base a la metodología CRISP-DM definida en el trabajo de Chapman et al. (2000), se siguieron algunas de las fases descritas para su posterior extracción de patrones y análisis de resultados.

Comprensión de los datos: Comprende la recolección de datos, descripción de los datos para conocer la estructura, distribución y calidad de los datos.

Preparación de los datos: Con el fin de adquirir los datos finales a los que aplicaremos técnicas no supervisadas de minería de datos. Comprende la limpieza de datos, construcción de datos, formato a los datos e interpretación de atributos.

Modelado: Se aplicaron técnicas no supervisadas de minería de datos, utilizando el algoritmo de clustering K-means y algoritmo Apriori para reglas de asociación.

3.1. Comprensión de los datos

Se ha utilizado el conjunto de datos abiertos publicados por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA del Perú, 2022), considerando el período de enero del 2021 a abril del 2022, para enlazar los datos de fallecidos y vacunados, porque tiene menor margen de variación el tomar a los fallecidos desde enero del 2021, ya que la población de acuerdo su rango de edad podía acceder a al menos una dosis de vacunación teniendo un total de 117084 registros.

En la Tabla 1 se muestra la descripción de los datos de los fallecidos, hospitalizados y vacunados a causa del COVID-19.

Variable	Descripción
id_persona	Identificador de persona.
fecha_fallecimiento	Fecha de fallecimiento registrado por Centro para el control y prevención de enfermedades (CDC).

Variable	Descripción
Edad	Edad de persona.
Sexo	Sexo de persona: Femenino (F), Masculino (M).
criterio_fallecido	Criterio de fallecimiento según CDC (7): Criterio clínico, Criterio nexo epidemiológico, Criterio SINADE, Criterio radiológico, Criterio virológico, Criterio investigación Epidemiológico, Criterio serológico
ubigeo_cdc	Ubigeo de fallecimiento registrado por el CDC.
dpt_cdc	Departamento de fallecimiento registrado por el CDC.
prov_cdc	Provincia de fallecimiento registrado por el CDC.
dist_cdc	Distrito de fallecimiento registrado por el CDC.
flag_vacuna	- 0 = No ha recibido vacuna contra COVID-19. - 1 = Ha recibido una dosis de vacuna contra COVID-19. - 2 = Ha recibido 2 dosis de vacuna contra COVID-19. - 3 = Ha recibido 3 dosis de vacuna contra COVID-19.
fecha_dosis1	Fecha de la primera dosis de vacuna contra COVID-19
fabricante_dosis1	Fabricante (Marca) de la primera dosis de vacuna contra COVID-19
fecha_dosis2	Fecha de la segunda dosis de vacuna contra COVID-19
fabricante_dosis2	Fabricante (Marca) de la segunda dosis de vacuna contra COVID-19
flag_hospitalizado	- 0 = No registrado - 1 = Hospitalizado
fecha_ingreso_hosp	Fecha de hospitalización de la persona registrada en la FICHA 500.1 - SICOVID.
flag_uci	Flag Unidad de cuidados intensivos (UCI) o unidad de cuidados intermedios (UCIN): - 0 = No registra ingreso, - 1 = Hospitalizado ingreso
fecha_ingreso_uci	Fecha de ingreso a UCI registrado en la FICHA 500.1 - SICOVID.
fecha_ingreso_ucin	Fecha de ingreso a UCIN registrado en la FICHA 500.1 - SICOVID.
con_oxigeno	- 0 = No requirió oxígeno. - 1 = Hospitalizado requirió oxígeno
con_ventilacion	- 0 = No requirió ventilación mecánica. - 1 = Hospitalizado requirió ventilación mecánica
fecha_segumiento_hosp_ ultimo	Fecha del último seguimiento hospitalario del paciente registrado en la FICHA 500.1 - SICOVID.

Tabla 1 – Fallecidos, hospitalizados y vacunados COVID-19 (MINSA del Perú, 2022)

En la Tabla 2 se presenta los criterios técnicos propuestos para la definición de muerte por COVID-19 en Perú.

Criterio	Definición Operativa
Criterio Virológico	Muerte en un caso confirmado de COVID-19, que fallece en los 60 días posteriores a una prueba molecular (PCR) o antigénica reactiva para SARS-CoV-2
Criterio serológico	Muerte en un caso confirmado de COVID-19, que fallece en los 60 días posteriores a una prueba serológica positiva IgM o IgM/IgG para SARS-CoV-2
Criterio radiológico	Muerte en un caso probable de COVID-19 que presenta una imagen radiológica, tomografía o de resonancia magnética nuclear compatible con neumonía COVID-19
Criterio nexo epidemiológico	Muerte en un caso probable de COVID-19 que presenta nexo epidemiológico con un caso confirmado de COVID-19
Criterio investigación epidemiológica	Muerte en un caso sospechoso de COVID-19 que es verificado por investigación epidemiológica de la red Nacional de epidemiologia (RENACE)
Criterio clínico	Muerte de un caso sospechoso de COVID-19 que presenta cuadro clínico compatible con la enfermedad.
Criterio Sistema Informatico Nacional de Defunciones (SINADEF)	Muerte con certificado de defunción en el que presenta el diagnostico de COVID-19 como causa de muerte.

Tabla 2 – Criterios técnicos de fallecimiento por COVID-19 (MINSA del Perú, 2022)

3.2. Preparación de los datos

Se inicia con la limpieza de los datos, se identificaron y eliminaron aquellos en los que no concuerdan la fecha de fallecimiento y la de hospitalización debido a que tienen alta probabilidad de ser erróneos, una persona no puede haber sido hospitalizada, llevada a UCI o cuidados intermedios en una fecha posterior a su fallecimiento. Estos se identificaron mediante un cálculo en Excel restando la fecha de hospitalización a la fecha de muerte, con los cual todos los negativos eran resaltados en rojo para su posterior eliminación, en total se borraron 100 registros.

Luego, se obtuvieron nuevas variables a partir de las ya existentes. Por ejemplo, se realizó la extracción del día, mes y año de la fecha de fallecimiento, la asignación de grupos de edad. Se calculó el número de días de hospitalización (al restar la fecha de fallecimiento menos la fecha de hospitalización), de forma similar se calcularon los días en UCI y UCIN.

Para la asignación de grupos de edad se realizó una segmentación por el rango de edades, utilizando como referencia el ciclo de vida publicado por el MINSA y las dos etapas de adultez según la psicología, esto para lograr una mejor normalización de los grupos de fallecidos mayores de 25 años, fluctuando entre 20 a 30 años de variación entre la edad mínima y máxima del grupo, ya que son la mayor parte de la población de estudio; en base a ello se definieron los siguientes grupos: Infancia (I) abarca de 0 a 5 años, Niñez (N) de 6 a 11 años, Adolescencia (A) de 12 a 20 años, Juventud (J) de 20 a 25 años, Adultez Temprana (AT) de 25 a 45 años, Adultez Madura (AM) de 45 a 65 años y Ancianidad (V) de 65 a más años.

Además, se realizó el formateo de los datos, puesto que se necesita que los campos sean solo números y no descripciones para aplicar algunos algoritmos de minería de datos, por lo cual se asignaron equivalencias numéricas a los grupos de edad, criterio de fallecimiento, sexo y fabricante de vacuna. El objetivo de esta asignación de equivalencias es la definición de variables nominales del conjunto de datos asignando un determinado código numérico para cada categoría que pueda tomar el campo, por ejemplo, para los criterios de fallecimiento que son 7, se asignó números comprendidos del 1 al 7, para el caso de Sexo el valor 1 representa a las mujeres y el valor 2 a los hombres, por lo que es una variable nominal dicótoma.

Finalmente, se generaron visualizaciones gráficas utilizando la herramienta Power BI (Microsoft Power BI, 2022) para realizar la interpretación de los datos. En la Figura 1 se observa que el criterio de fallecimiento virológico tiene dos niveles altos marcados en el 2021 y 2022, además, entre los meses de septiembre y noviembre del 2021 tuvo una fuerte presencia el criterio radiológico, es decir hubo gran cantidad de personas que, a pesar de dar negativo a las pruebas de COVID, finalmente fueron diagnosticadas con la enfermedad debido a la evidencia de su afección en radiografías, tomografías y/o resonancias magnéticas. Además, en el nivel alto del mes de junio del 2021 se observan 5 criterios de fallecimiento, mientras que en el nivel alto de febrero del 2022 (correspondiente a la tercera ola) solamente hay 3 criterios de fallecimiento, dentro de los cuales el mayor es el virológico, posiblemente al tener mayor cantidad de pruebas para diagnóstico, así como mejor manejo de su aplicación.

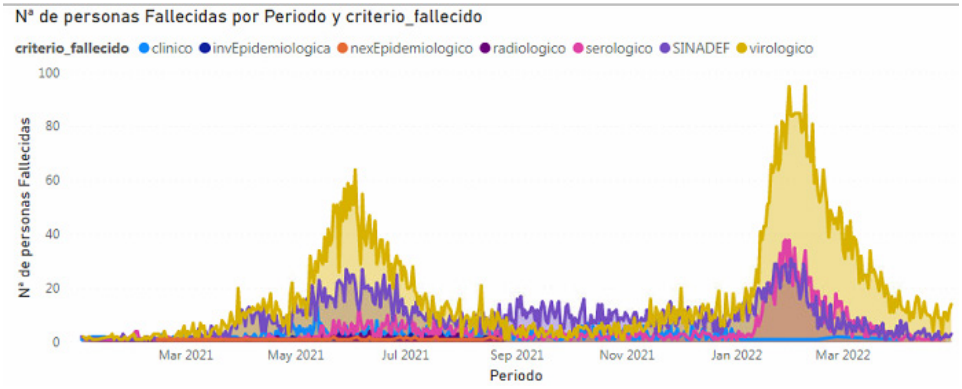


Figura 1 – Cantidad de fallecidos por criterio de fallecimiento

3.3. Modelado

Se aplicaron técnicas de aprendizaje no supervisado para realizar el agrupamiento (clustering) y reglas de asociación, con ayuda del lenguaje R. Inicialmente se cargó la base de datos obtenida en el paso anterior.

Se aplicaron dos métodos de la técnica de K-means, “wss” (suma de cuadrados en base a la distancia del centroide) y “silhouette” (en base al máximo entre el ancho medio entre grupos) para conocer en cuántos grupos o clusters es óptimo dividir el conjunto

de datos, dando individualmente el número de clusters que recomiendan. También, se aplicó la función NbClust con lo que se obtuvieron los resultados de la Figura 2, la cual ejecuta varios métodos de estimación de cluster a la vez dando como resultado cuántos de ellos recomiendan cada número de cluster, por lo que se puede decir que el 56% de los métodos recomiendan dos cluster.

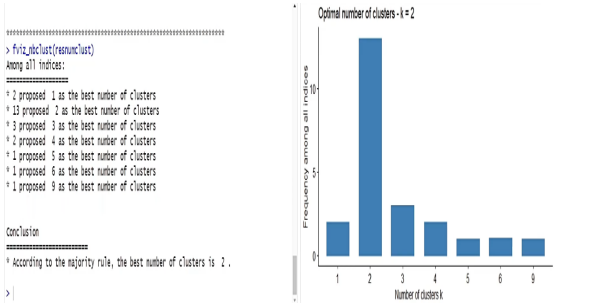


Figura 2 – Resultado de función NbClust

La suma de cuadrados total fue de 14.7%, lo cual indica que tiene poca variabilidad. Finalmente se añadió una nueva variable en el dataframe indicando a que grupo pertenece el registro (Cluster 1 o Cluster 2) y se desnormalizó la tabla colocando cada característica como un registro, para el posterior análisis y representación. En la Figura 3 se muestra gráficamente la agrupación resultante de los registros en cada grupo o cluster, cuya explicación se encuentra en la sección de resultados.

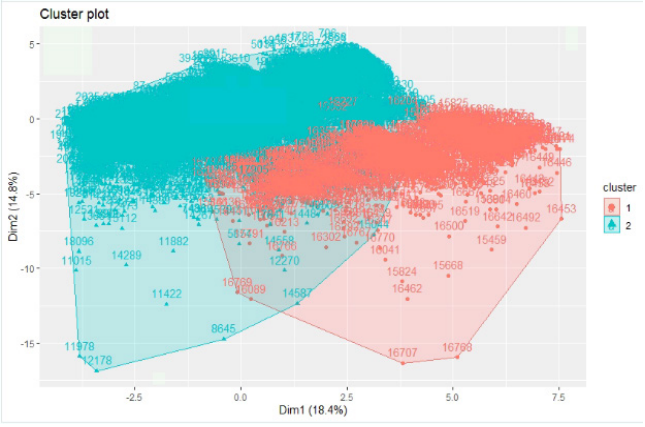


Figura 3 – Representación gráfica de los clusters

Como segunda técnica, aplicamos las reglas de asociación con el algoritmo Apriori para definir las asociaciones entre las características de los pacientes y posteriormente evaluamos el soporte y confianza de estas asociaciones que se muestra en la sección de resultados.

4. Resultados

En la Figura 4 se muestra en 5 cuadrantes los gráficos realizados con la herramienta Power BI (Microsoft Power BI, 2022), en base a los 116768 registros restantes obtenidos luego de la preparación de los datos. En el cuadrante (a) se visualiza un mapa de calor de los fallecidos por departamento, donde se observa que Lima es el departamento más afectado con un mayor número de fallecidos, debido a su densidad poblacional, seguido de Arequipa, Trujillo y Piura. En el cuadrante (b) se visualiza el número de dosis de vacunación con las que contaban los fallecidos, donde más del 85% no contaba con ninguna dosis, y a medida que aumentan las dosis hay menor incidencia de fallecidos. El cuadrante (c) muestra la marca del fabricante de la primera dosis recibida para el caso de los vacunados fallecidos, donde se observa que la marca mayormente aplicada fue Pfizer y en ambos niveles altos de fallecimiento en los primeros meses del año, los fallecidos con vacuna no pasaron de 100 personas. El cuadrante (d) muestra dos niveles altos de fallecimientos que corresponden a los primeros meses del 2021 y 2022, también se observa una gran reducción de fallecimientos desde Julio del 2021, lo cual asumimos que se debe al incremento de personas vacunadas como se reporta en un diario local (El Comercio, 2021), donde casi 4 millones de peruanos ya contaban con dos dosis, las defunciones disminuían y algunas regiones ya no reportaban fallecimientos diarios. El cuadrante (e) muestra que la mayor incidencia de fallecimientos se dio en personas de 45 años a más, especialmente adultos mayores de 65 a más años, y la proporción de hombres fallecidos supera a las mujeres, patrón que se repitió mundialmente y fue estudiado y reportado en medios de comunicación como una nota de prensa en (Instituto Nacional de Salud, 2020).

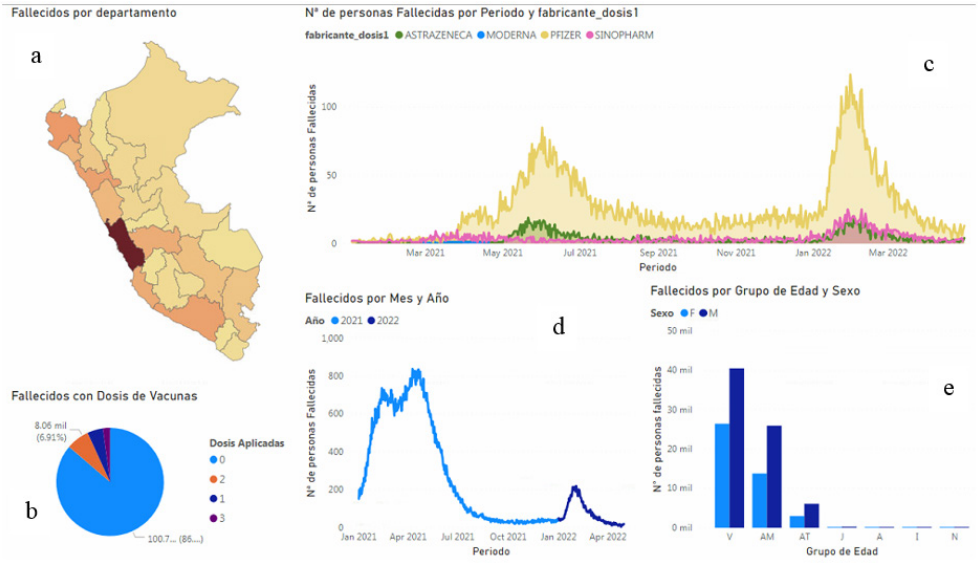


Figura 4 – Gráficos estadísticos de la data de fallecidos por COVID-19

En cuanto al grupo de edad, los más afectados fueron los adultos mayores de 65 años a más, y personas que no tenían ninguna dosis de vacunación. Se encontró un gran incremento de fallecidos al inicio del año 2021 respecto al resto del año, asumimos que fue debido a las reuniones por fechas festivas y períodos vacacionales, la misma tendencia de estos meses se observa en el 2022, pero gracias al avance de la vacunación no se repitieron los mismos niveles altos que el año anterior.

Con la clusterización se obtuvieron 2 grupos (Figura 3), de los cuales se observa que el grupo con la mayor cantidad de registros es el cluster 2 con 68%, el cual cuenta con las características de mayor generalidad en pacientes fallecidos como: edad comprendida entre 30 y 90 años, sexo masculino y sin dosis de vacunación, características que se evidenciaron también en otros trabajos relacionados aplicados en diferentes territorios del mundo como Muhammad et al. (2020), Buscema et al. (2020), Fadli et al. (2020) y Josephus et al. (2021).

Para el caso específico de Perú, las características del grupo con mayor cantidad de registros (cluster 2) corresponden a pacientes fallecidos en los primeros meses del año (luego de las fechas festivas) y del departamento de Lima, donde el criterio de fallecimiento virológico fue de 37%, serológico (13%), SINADEF (22%) y clínico (9%). Los criterios virológico y serológico dan positivo a COVID mediante la realización de una prueba, y los dos últimos (SINADEF y clínico) son casos atendidos particularmente diagnosticados como COVID, asumimos que es posible que una de las causas pueda ser la falta de recursos hospitalarios para atender a toda la población.

El resultado de las reglas de asociaciones que se obtuvieron con la aplicación del algoritmo Apriori sobre el conjunto de datos, se evaluaron realizando el análisis del soporte (Tabla 3) y confianza (Tabla 4) de las reglas. El soporte evalúa la aparición o presencia de los ítems/reglas definidas (que pueden contener una o más características) respecto al total de registros, donde el valor máximo de soporte es 1, por lo cual este equivale al 100%. Entre los ítems evaluados se ve la característica grupo etario versus el total de registros, y la relación grupo etario y departamento contra el total de registros.

En la Tabla 3, se observa que el soporte (presencia) del grupo de edad (Adulto Maduro) es mayor que el soporte del grupo de edad (Infancia) para el total de registros, mostrando que la frecuencia relativa con la que se presenta que un paciente es del grupo de edad (Adulto Maduro) es 99.8% más frecuente, de forma similar, el que se presente un paciente en grupo de edad (Infancia) en Lima es 70% más frecuente y un paciente del grupo de edad (Adulto Maduro) es 87.5% más frecuente que se presente en Lima.

Item	Resultado	Frecuencia (vs. item de la misma categoría)
Grupo de Edad (Infancia)	0.000687	0.20%
Grupo de Edad (Adulto Maduro)	0.342057	99.8%
Grupo de Edad (Infancia) ->Ubigeo (Arequipa)	0.000049	20%
Grupo de Edad (Infancia) ->Ubigeo (Lima)	0.000245	70%
Grupo de Edad (Adulto Maduro) ->Ubigeo (Arequipa)	0.019003	12.5%
Grupo de Edad (Adulto Maduro) ->Ubigeo (Lima)	0.1519273	87.5%

Tabla 3 – Resultados de evaluación de soporte de asociaciones

En la Tabla 4, se muestra qué tan confiable es la asociación o ítem respecto a registros que tienen una característica en común, el valor máximo que se puede obtener de confianza es 1. El ítem a evaluar representa la relación del grupo de edad con el departamento respecto al cluster en el que se clasificó, donde hay mayor presencia de la asociación grupo de edad (Adulto Maduro) y Ubigeo (Lima) en ambos cluster, respecto a la asociación con el departamento de Arequipa, donde se observa que el 22% de los pacientes fallecidos que eran del grupo de edad (Adulto Maduro) en Lima pertenecen al cluster 1, mientras que el 48.6% pertenecen al cluster 2; el 2.7% de los pacientes fallecidos que eran grupo de edad (Adulto Maduro) en Arequipa, pertenecen al cluster 1, mientras que el 6% pertenecen al clúster 2; además, cuando el paciente era del grupo de edad (Adulto Maduro) tiene 44.4% mayor probabilidad de registrarse en Lima contra el 5.5% de que se registre en Arequipa.

Item	Resultado	Porcentaje
Grupo de Edad (Adulto Maduro), Ubigeo (Lima) -> Cluster (1)	0.2208896	22%
Grupo de Edad (Adulto Maduro), Ubigeo (Lima) -> Cluster (2)	0.486631	48.6%
Grupo de Edad (Adulto Maduro) ->Ubigeo (Arequipa) -> Cluster (1)	0.0276290	2.7%
Grupo de Edad (Adulto Maduro) ->Ubigeo (Arequipa) -> Cluster (2)	0.0608682	6%
Grupo de Edad (Adulto Maduro) ->Ubigeo (Arequipa) -> Grupo de Edad (Adulto Maduro)	0.0555555	5.5%
Grupo de Edad (Adulto Maduro) ->Ubigeo (Lima) -> Grupo de Edad (Adulto Maduro)	0.4444157	44.4%

Tabla 4 – Resultados de evaluación de confianza de asociaciones

5. Conclusiones

En base al trabajo realizado se puede concluir que, en Perú el desarrollo de la enfermedad causada por COVID-19 siguió la tendencia mundial de mayor riesgo de defunción en adultos mayores, del sexo masculino y sin ninguna dosis de vacunación.

En relación a las características específicas se observa que el mayor diagnóstico de COVID previo al fallecimiento fue dado mediante la positividad de una prueba molecular o antígena y el mayor período de contagio causante de defunción es posterior a reuniones sociales. Asimismo, se evidencia que la densidad poblacional afecta directamente en el incremento de contagio y defunciones, en tanto la aplicación de las dosis de vacunas, reduce el riesgo de defunción.

La identificación de los departamentos más afectados y de los patrones de las características de los pacientes fallecidos puede permitir una mejor asignación de los recursos para el tratamiento de los pacientes y servir para concientizar a la población sobre la efectividad de la vacunación.

Como trabajo futuro, se propone ampliar el estudio utilizando otras técnicas como clasificación o visualización de la información, debido a que la actual aplicación de técnicas descriptivas ayuda a conocer la relación entre las variables pudiendo realizarse un estudio más detallado para una toma de decisiones más eficiente.

Referencias

Arminarahmah, N., GS, AD, Bhawika, GW, Dewi, MP y Wanto, A. (2021). Mapeo de la propagación de Covid-19 en Asia utilizando algoritmos X-Means de minería de datos. Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales, 1071 (1), 012018. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1071/1/012018

Buscema, P. M., Della Torre, F., Breda, M., Massini, G., & Grossi, E. (2020). COVID-19 in Italy and extreme data mining. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 557(July), 124991. https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.124991

Chakraborty, S. (2022). Monitoring COVID-19 Cases and Vaccination in Indian States and Union Territories Using Unsupervised Machine Learning Algorithm. *Annals of Data Science*, 1-23.

Chapman, P., Clinton, J., Kerbe.r R., Khabaza T., Reinartz, T., Shearer C. y Wirth R. (2000). *CRISP-DM 1.0*. Washington D. C., EEUU: SPSS.

El Comercio Perú (19 de julio de 2021). COVID-19: defunciones siguen disminuyendo y algunas regiones ya no reportan fallecimientos diarios. Recuperado 10 de septiembre de 2022, de https://elcomercio.pe/peru/covid-19-defunciones-siguen-disminuyendo-y-algunas-regiones-ya-no-reportan-fallecimientos-diarios-nndc-noticia/

Fadli, A., Widhi Nugraha, A. W., Aliim, M. S., Taryana, A., Kurniawan, Y. I., & Purnomo, W. H. (2020). Simple Correlation between Weather and COVID-19 Pandemic Using Data Mining Algorithms. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 982(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/982/1/012015

Hutagalung, J., Ginantra, N. L. W. S. R., Bhawika, G. W., Parwita, W. G. S., Wanto, A., & Panjaitan, P. D. (2021, February). Covid-19 cases and deaths in southeast Asia clustering using k-means algorithm. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1783, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.

Instituto Nacional de Salud (12 de Mayo de 2020) Instituto Nacional de Salud Nota de Prensa. https://web.ins.gob.pe/es/prensa/noticia/ins-explica-por-que-mueren-mas-hombres-por-covid-19

Josephus, B. O., Nawir, A. H., Wijaya, E., Moniaga, J. V., & Ohyver, M. (2021). Predict Mortality in Patients Infected with COVID-19 Virus Based on Observed Characteristics of the Patient using Logistic Regression. Procedia Computer Science, 179, 871–877. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.076

Kwekha-Rashid, A. S., Abduljabbar, H. N., & Alhayani, B. (2021). Coronavirus disease (COVID-19) cases analysis using machine-learning applications. *Applied Nanoscience*, 1-13.

Microsoft Power BI. (2022). Recuperado 10 de septiembre de 2022, de https://powerbi.microsoft.com/es-es/

MINSA del Perú (2022). Fallecidos, hospitalizados y vacunados por COVID-19. https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/fallecidos-hospitalizados-y-vacunados-por-covid-19

Muhammad, L. J., Islam, M. M., Usman, S. S., & Ayon, S. I. (2020). Predictive Data Mining Models for Novel Coronavirus (COVID-19) Infected Patients' Recovery. SN Computer Science, 1(4), 1–7. https://doi.org/10.1007/s42979-020-00216-w

Nezhadmoghadam, F., & Tamez-Peña, J. (2021). Unsupervised Discovery of Risk Profiles on Negative and Positive COVID-19 Hospitalized Patients. *medRxiv*, 2020-12.

Organización Mundial de la Salud (30 de marzo de 2021). La OMS pide más estudios y datos sobre el origen del SARS-CoV-2 y reitera que todas las hipótesis siguen abiertas. https://www.who.int/es/news/item/30-03-2021-who-calls-for-further-studies-data-on-origin-of-sars-cov-2-virus-reiterates-that-all-hypotheses-remain-open

Pereáñez, J. A. G., Arango, D. A. G., Camarillo, C. H., & Fernández, F. H. (2021). Modelo predictivo para identificar índices por país relacionados con la tasa de mortalidad por COVID-19. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E43), 351-364.

Pérez López, C. y Santin González D. (2007) Minería de datos. Técnicas y herramientas: técnicas y herramientas. Thomson. Madrid, España ISBN 978-84-4-9732-492-2 Pág. 1

Radanliev, P., De Roure, D., & Walton, R. (2020). Data mining and analysis of scientific research data records on Covid-19 mortality, immunity, and vaccine development - In the first wave of the Covid-19 pandemic. Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews, 14(5), 1121–1132. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.06.063

Rafea, L., Ahmed, A., & Abdullah, W. D. (2021). Classification of a COVID-19 dataset by using labels created from clustering algorithms. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 21(1), 164-173.

Safdari, R., Rezayi, S., Saeedi, S., Tanhapour, M., & Gholamzadeh, M. (2021). Using data mining techniques to fight and control epidemics: A scoping review. Health and Technology, 0123456789. https://doi.org/10.1007/s12553-021-00553-7

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

Recebido/Submission: 10/11/2022
Aceitação/Acceptance: 23/02/2023

Um Modelo para Planejamento de Cursos Híbridos: Uma Avaliação Qualitativa na Perspectiva Docente

Marcel Jesus Dias[1], Luciana Cardoso de Castro Salgado[1], José Viterbo Filho[1]

marceldias@id.uff.br; luciana@ic.uff.br; viterbo@ic.uff.br

[1] Universidade Federal Fluminense, Instituto de Computação, 24210-346, Niterói-RJ, Brasil

Pages: 27-39

Resumo: O planejamento de aulas para cursos híbridos é um desafio para docentes, visto a infinidade de possibilidades que podem ser utilizadas como atividades e ações para aumentar o engajamento discente, mas sem um ambiente digital integrador que contemple todas essas possibilidades e promova a colaboração entre docentes e discentes. Neste trabalho investigamos técnicas e métodos, conhecidas como *End-User Development,* para apoiar e incentivar docentes no planejamento de cursos híbridos e a pensar computacionalmente. O objetivo deste trabalho é, portanto, propor e avaliar um modelo de interação de um ambiente digital para planejamento de cursos híbridos. A etapa de avaliação adotou as técnicas de observação, entrevista e prototipação. Os resultados indicam grande facilidade de uso e aceitação em relação ao modelo proposto.

Palavras-chave: End-User Development; colaboração; planejamento de curso.

A Model for Planning Hybrid Courses: A Qualitative Assessment from a Teaching Perspective

Abstract: Planning classes for hybrid courses has become a challenge for teachers, given the infinite possibilities to be used as activities and actions to increase student engagement, but without an environment that contemplates all these possibilities collaboratively. In this work, we use techniques and methods known as End-User Development to support and encourage teachers to plan hybrid courses and to think computationally. Therefore, this work aims to propose and evaluate a model of interaction in a digital environment for planning hybrid courses. In the evaluation phase, we use three techniques: observation, interview, and prototyping. The results indicate great ease of use and acceptance of the proposed model.

Keywords: end-user development; collaboration; course planning.

1. Introdução

No início do ano letivo de 2020, com o aumento da propagação do vírus denominado COVID-19, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou situação pandêmica e orientou o isolamento social. Diante desse novo cenário, muitas rotinas foram alteradas,

entre elas, a da educação (Mourão *et al.*, 2021). As mudanças afetaram principalmente docentes e discentes, que tiveram que adequar seus processos de ensino e aprendizado para continuar com as atividades regulares de forma online (Lima & Isotani, 2022).

Estudos (Martín-Núñez *et al.*, 2022; Mourão *et al.*, 2021) relatam os desafios enfrentados tanto por docentes e discentes, indicando pontos positivos e negativos sobre a experiência da educação remota emergencial. Tais desafios vão desde a falta de infraestrutura, como internet e computadores, até as dificuldades relacionadas ao planejamento escolar para o novo formato de aulas.

O trabalho de Castro, Classe & Siqueira (2022), por exemplo, apresenta o desafio da mediação docente na criação de um planejamento que envolva os objetivos educacionais que inclua o uso de recursos como o ambiente virtual de aprendizagem no ensino remoto.

Castro, Classe & Siqueira (2022) destacam que, além de aprender a utilizar novas ferramentas tecnológicas para o ensino aprendizagem, os docentes precisaram repensar novos instrumentos de avaliação, como e quando utilizá-los nesta nova modalidade de ensino, como o uso de *quizzes*, simuladores e jogos.

Mesmo com o retorno presencial, em meados de 2021 ou 2022, os docentes continuaram a utilizar muitas ferramentas digitais como mecanismo de apoio às suas aulas presenciais, formato híbrido. No trabalho de Brochado & Carvalho (2021) é apresentada a definição de ensino híbrido como modelo pedagógico diversificado para o uso de recursos digitais online incorporados em modelos pedagógicos tradicionais.

Nos trabalhos relacionados (Brochado & Carvalho, 2021; Castro, Classe & Siqueira, 2022; Mourão *et al.*, 2021; Pimentel & Carvalho, 2020) indicam que há uma necessidade de suporte ou modelo necessário para apoiar o docente no planejamento de cursos neste novo formato, híbrido, que se evidenciou neste momento de retorno ao ensino presencial.

Uma abordagem que pode contribuir com esse suporte ou modelo de apoio ao docente, de acordo com Ponce (2022), é o uso de técnicas e métodos de *End-User Developement* (EUD) as quais apoiam e incentivam usuários a pensar computacionalmente.

Portanto, considerando o exposto, o desafio é instrumentar o docente na elaboração de um planejamento de curso híbrido com indicação de instrumentos de avaliação e ações de engajamento (Pimentel & Carvalho, 2020; Martín-Núñez *et al.*, 2022; Classe & Siqueira, 2022). Com isso, identificou-se como questão de pesquisa: "Como instrumentar e apoiar o docente no *planejamento colaborativo de cursos híbridos?*".

Trabalhos como o de Ruiz (2019) descrevem que o uso de instrumentos com conceitos de *design thinking* contribuem com o planejamento acadêmico, pois proporcionam uma abordagem de solução de problemas de forma motivadora e criativa, que estimula o desenvolvimento de ideias para o planejamento de atividades. Neste contexto, este trabalho propõe um modelo de interação colaborativa para planejamento de cursos híbridos que possa apoiar o projetista de software no desenvolvimento de uma ferramenta na área de aplicação (EUD), auxiliando docentes para o desenvolvimento de planos de curso, que os permita ter instrumentos de avaliação e engajamento.

Este modelo foi desenvolvido por meio de uma pesquisa qualitativa exploratória(Creswell, 2007) com uso de métodos mistos tais como o método de inspeção semiótica e estudos empíricos. A avaliação do modelo proposto foi realizada através de um estudo com três docentes da área de computação. Esses estudos envolveram o uso do método System Usability Scale (SUS) (Derisma, 2020) para avaliar a usabilidade e a satisfação do modelo proposto. Adicionalmente, usamos o Technology Acceptance Model 3 (TAM 3) (Scherer *et al*., 2019) para avaliar a facilidade de utilidade, facilidade de uso, intenção de uso e satisfação do modelo proposto.

Nossos resultados demonstram que o modelo proposto pode contribuir para o desenvolvimento de uma ferramenta EUD eficiente no desenvolvimento de planos de cursos, dando aos docentes uma maior percepção da interação e colaboração no planejamento. E por fim, tendo como resultado um maior engajamento de seus discentes com o uso de planos mais assertivos.

2. Metodologia da Pesquisa

Para responder à questão de pesquisa, um estudo com as seguintes 5 fases foi realizado: caracterização do problema, entrevista semiestruturada, inspeção de ferramentas similares, criação de modelo de interação e avaliação do protótipo (Figura 1).

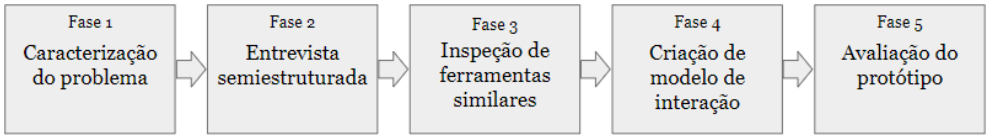


Figura 1 – Fases da metodologia da pesquisa

2.1. Caracterização do Problema

Nesta etapa foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os impactos do ensino remoto nas atividades docentes. Um desafio em comum encontrado na literatura (Brochado & Carvalho, 2021; Castro, Classe & Siqueira, 2022; Mourão *et al*., 2021; Pimentel & Carvalho, 2020) nos fez questionar como adaptar o planejamento docente do ensino tradicional para o ensino remoto.

Trabalhos como de Ruiz (2019), apresentam uma variedade de ferramentas, como canvas, planilhas ou editores de textos, que não possuem elementos de fácil manipulação e muito menos modelos prontos que possam ser adaptados no planejamento de cursos híbridos de acordo com as necessidades dos docentes.

Com isso, a motivação deste trabalho foi centrada em propor um modelo de ferramenta EUD para o docente com boa usabilidade que pudesse reduzir o tempo despendido para criar planos de curso, adaptáveis e colaborativos.

Com o conhecimento adquirido na literatura e, adotamos a abordagem GQM (*Goal, Question, Metric*) de Basili (1993) e definimos o objetivo do estudo e as questões a serem respondidas.

Para esta pesquisa foi identificado o objetivo G1: "*Avaliar as impressões, expectativas e percepções dos docentes sobre a proposta de um modelo colaborativo para apoiá-los na atividade de planejamento de cursos híbridos*". As questões, derivadas a partir deste objetivo são apresentadas na Tabela 1.

ID	Questão
Q1	Você utiliza algum software específico para planejamento do seu curso ou disciplina? E qual?
Q2	Qual a sua experiência com o software utilizado para o planejamento do seu curso?
Q3	Você utiliza editor de texto e/ou planilha no planejamento do seu curso ou para apoiar sua construção? Caso sim, qual a sua experiência com esses editores? (nenhuma, pouca, média, muita).
Q4	Quais editores de texto e planilha você prefere usar e por quê?
Q5	Como você planeja suas aulas? a) com essas tecnologias (pontos positivos, negativos)
Q6	Qual sua relação com a tecnologia de suporte para o planejamento de curso? a) Quais oportunidades de melhoria?
Q7	A forma como você faz o planejamento do seu curso utilizando recursos digitais é boa? Por quê?
Q8	Se fosse possível fazer diferente, o que você mudaria na forma de planejamento do seu curso?
Q9	Qual o seu principal objetivo em elaborar o Planejamento de curso?
Q10	Quais são os elementos que compõem o seu planejamento?
Q11	O planejamento é feito em que época? Você revisa ao longo do curso?
Q12	Existe algo repetitivo na tarefa de construir o planejamento de curso que você mudaria? O que você sugere?
Q13	De que formas preferenciais você usa a tecnologia para elaborar o seu planejamento de curso e por quê?
Q14	Quais são as tarefas primárias na construção do seu planejamento de curso? E quais consideram secundárias?
Q15	Quando percebe que fez algo errado ou apenas é necessário ajustar o planejamento do curso, o quanto isso é custoso de resolver (tempo e dificuldade) e por quê?
Q16	Existe alguma preocupação com a parte visual do seu planejamento de curso? E por quê?
Q17	Todas as turmas têm sempre o mesmo planejamento?
Q18	Como os discentes são comunicados sobre o planejamento?
Q19	Como você percebe o engajamento dos discentes no planejamento? Como isso poderia ser melhorado?

Tabela 1 – Questões extraídas a partir do objetivo G1

2.2. Entrevista Semiestruturada

Nesta fase foram feitas entrevistas com potenciais usuários, análise de perfil dos participantes e revisão do cenário do problema. As entrevistas foram realizadas por meio de videoconferência, de forma individual e guiadas com as questões GQM.

Foram convidados cinco participantes, contudo, somente três puderam participar. Os participantes são docentes com formação na área da Computação. Com isso, obtivemos

informações ligadas à atuação docente no planejamento de cursos híbridos e requisitos para o modelo.

No início da entrevista foi apresentado e solicitado ao participante o aceite do termo de consentimento. Em seguida foi solicitado o preenchimento do questionário de perfil com questões objetivas de formação e experiência docente no uso de ferramentas de planejamento de cursos. Por fim, seguimos o roteiro com questões abertas pré-definidas (veja Tabela 1) para a entrevista de caracterização do problema e ideação da proposta.

Os dados empíricos resultantes das entrevistas foram: as anotações dos pesquisadores, as respostas objetivas sobre o perfil dos participantes coletadas por meio do questionário e as respostas das questões abertas.

2.3. Inspeção de Ferramentas Similares

Nesta fase, selecionamos duas ferramentas digitais próximas ao propósito desta pesquisa e realizamos um processo de avaliação por inspeção em um cenário típico de uso no contexto de planejamento de cursos híbridos, para coleta dos principais problemas e oportunidades.

As aplicações inspecionadas foram o *MindMeister*[1] e o *Padlet*[2], *softwares* bastante flexíveis para fins de construção de um ambiente de planejamento de cursos com características de EUD como: a facilidade de criar elementos e permitir a colaboração entre os atores envolvidos.

Adotamos dois métodos de inspeção da área de Interação Humano-Computador com diferentes focos, sendo eles: o Método de Inspeção Semiótica (MIS) (de Souza et al., 2006) e o Percurso Cognitivo (Wharton et. al., 1994).

Com o MIS avaliamos a comunicabilidade e entender as potenciais rupturas na comunicação designer-usuário. Com o MIS são avaliados os signos estáticos, dinâmicos e metalinguísticos da interface avaliada. E nesse processo, a principal característica de interação é a comunicabilidade, que é a qualidade exibida por artefatos interativos, cujos usuários conseguem captar sem dificuldade (Bim et al., 2016).

No método do Percurso Cognitivo, ou também conhecido como Percurso de Aprendizagem (Wharton et. al., 1994), avaliamos o sistema passando por cinco fases: preparação, coleta de dados, interpretação, consolidação dos resultados e relato dos resultados.

De forma geral, no Percurso Cognitivo, percorremos a interface para elaboração de perguntas práticas sugeridas no método, relatamos uma história plausível para justificar o sucesso ou a falha de cada sequência, sintetizamos os resultados sobre o que o usuário tem que saber e o que deve aprender, e por fim, geramos o relatório com os resultados obtidos (Barbosa & Silva, 2010).

Um dos resultados encontrados é o caráter minimalista das ferramentas inspecionadas. Consideramos que com a redução de opções, potencialmente haverá a redução da

[1] Mindmeister - mapas mentais colaborativos: www.mindmeister.com
[2] Padlet - quadros virtuais: https://padlet.com/

quantidade de erros no seu uso, e que pode ser uma boa opção para agilizar o processo de aprendizado na ferramenta.

Contudo, as opções oferecidas pelas ferramentas não são direcionadas às necessidades específicas de planejamento de cursos híbridos, mas nos permitiram identificar padrões e características das ferramentas que foram contempladas na nossa proposta.

Por questão de espaço, não colocamos os detalhes do resultado de cada inspeção, obtemos os pontos positivos e negativos das avaliações para a construção dos requisitos do sistema proposto, e, na próxima seção, detalhamos os requisitos levantados em um modelo de interação constituído de seus cenários.

Com o levantamento bibliográfico, os resultados das entrevistas e os resultados desta inspeção construímos um modelo de interação e um protótipo. Ambos serão apresentados nas próximas duas seções.

2.4. Modelo de Interação

Neste trabalho propomos e avaliamos um modelo EUD de interação colaborativa de planejamento de curso com quatro cenários de interação na perspectiva de docente: 1) criar plano de curso, 2) elaborar etapas do plano, 3) recuperar versões anteriores e 4) compartilhar o plano.

Este modelo foi desenvolvido por meio da linguagem MoLIC (de Souza & Barbosa, 2014), baseada na engenharia semiótica, que foca na comunicação entre um usuário e o preposto do designer (a interface do sistema).

O modelo sugerido propõe apoiar o planejamento docente, considerando o formato das aulas que este curso poderá aplicar e oferecendo a possibilidade de mudança de acordo com imprevistos ou necessidade de alterações.

Além disso, o modelo de interação proposto tem como um dos requisitos otimizar as tarefas do dia-a-dia de seus usuários, principalmente para os docentes que desejam elaborar planos de curso.

Na Figura 2 e 3 são apresentados quatro cenários de interação: criar plano de curso (2.a), criar etapa do plano de curso (2.b), recuperar versões do plano (3.a) e compartilhar o plano (3.b). Esses cenários foram desenvolvidos neste trabalho como modelo de interação colaborativa de planejamento de curso híbrido proposto.

Utilizamos nesses cenários elementos da linguagem MoLIC (de Souza & Barbosa, 2014), que servem para identificar quem realiza as interações no modelo, sendo que a letra *u* representa o usuário e a letra *d* representa o design como ambiente que responde as interações, a representação *d+u* significa que pode existir interação de ambas as partes, usuário e resposta ao usuário.

Outro elemento é o retângulo preto, que representa o processamento de alguma informação, as linhas cheias representam fluxo obrigatório e as linhas pontilhadas são rupturas que podem ocorrer.

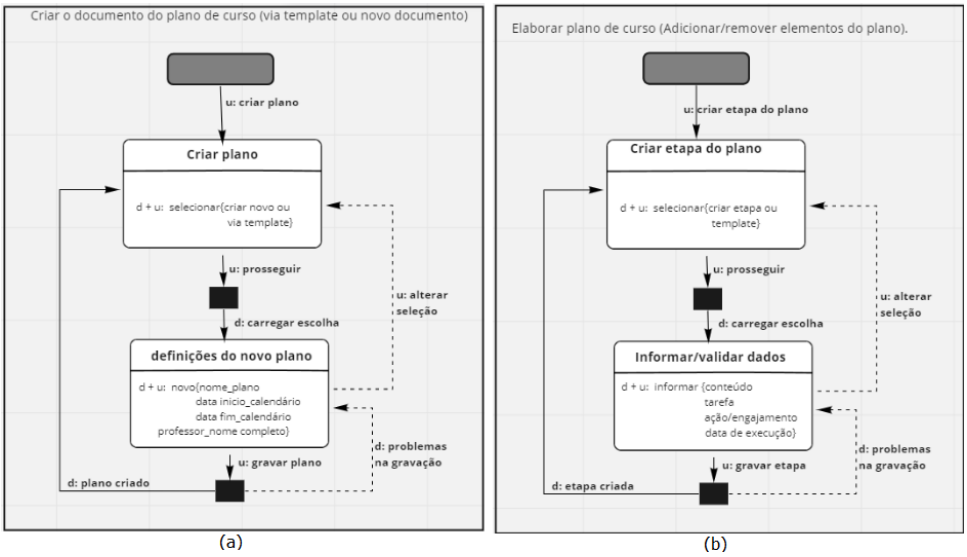


Figura 2 – (a) criar plano de curso, (b) criar etapa do plano de curso

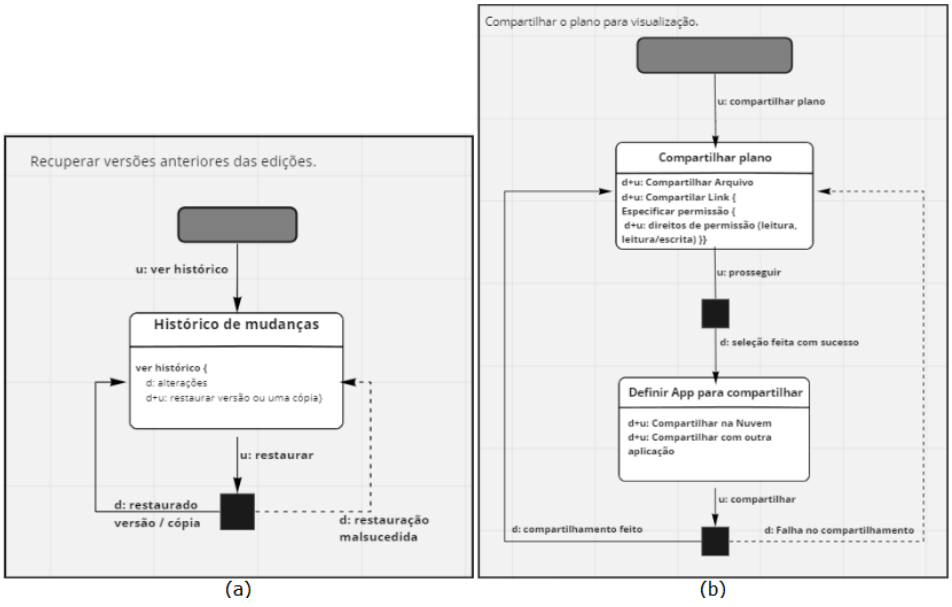


Figura 3 – (a) recuperar versões do plano, (b) compartilhar o plano.

O cenário de interação “criar plano de curso”, Figura 2(a), apresenta o processo de criação de novo documento de plano de curso, seja por meio de um novo documento

ou via *template*, este último, pode ser da própria ferramenta ou de planos de cursos compartilhados por outros docentes usuários da ferramenta.

O cenário de interação "criar etapa do plano de curso", Figura 2(b), tem a função de elaborar plano de curso, a qual apresenta o processo de composição dos elementos do plano de curso, iniciado pela criação de etapa do planejamento e seus dados, como conteúdo, ação/engajamento e data de execução.

O modelo pode conter várias etapas em um plano de curso, de acordo com a necessidade do docente, essas etapas podem ser consideradas como aula ou grupo de aulas.

O cenário de interação "recuperar versões do plano", Figura 3(a), permite recuperar versões passadas que foram sobrescritas pela atual versão. E na Figura 3(b) é apresentado o cenário de compartilhamento do plano para visualização ou mesmo cópia, permitindo o compartilhamento em vários formatos.

2.5. Prototipação

Para avaliação dos cenários do modelo de interação, foi desenvolvido um *mockup,* protótipo que fornece pelo menos parte da funcionalidade de um sistema e permite o teste de um projeto.

Utilizamos a ferramenta *Figma* para desenvolver o *mockup*, que é um editor de prototipagem de projetos de *design*. Como resultado tivemos um total de 31 telas[3], as quais foram conectadas por meio de mecanismo de resposta a cada interação do usuário, e quando em execução, é possível percorrer por todo o modelo.

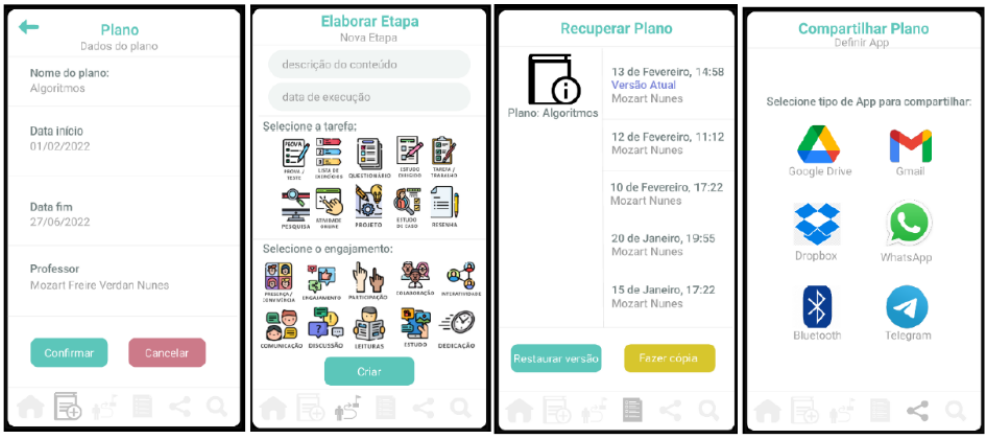


Figura 4 – *Mockup*: (a) Criar, (b) Elaborar, (c) Recuperar, (d) Compartilhar.

E como descrito na seção 2.3, um conjunto de instrumentos de avaliação e de ações de engajamento para um planejamento de cursos híbridos, Figura 4(b), foi utilizado como

[3] Repositório com links do Mockup - https://github.com/marceldias/educamais

ponto de partida para avaliação da comunicabilidade do modelo proposto. A seguir são apresentadas algumas das telas principais do *mockup* da ferramenta interativa proposta e aplicada no experimento. A avaliação empírica do prótipo será descrita na próxima seção.

3. Avaliação do Protótipo

No desenvolvimento da pesquisa, a avaliação do *mockup* contou com a participação de três docentes da área de Computação, de forma individual, por meio de videoconferência e utilizando três técnicas diferentes: observação, entrevista e questionários.

Na primeira fase do estudo da avaliação do *mockup*, **observação**, apresentamos para o usuário um cenário proposto, tendo quatros tarefas tiradas dos cenários de interação descritos na seção 2.3, e posteriormente fornecemos o link do nosso *mockup* da plataforma *figma* para o usuário navegar no protótipo.

Para acompanhamento dessa primeira fase, foi solicitado o compartilhamento da tela, para que os avaliadores pudessem acompanhar o percurso de navegação no protótipo, e desta forma observar as dificuldades, conclusão das tarefas propostas e os apontamentos do participante.

Na segunda fase, **entrevista**, realizamos algumas perguntas para o entrevistado, logo após a conclusão da etapa anterior: A linguagem da interface está boa? Por quê? O que devemos melhorar em nosso protótipo? E quais foram as dificuldades? E em que parte da tarefa? As respostas foram anotadas pelos avaliadores para análise.

Percebemos que nenhum dos entrevistados demonstrou hesitação com alguma característica do *mockup*, apenas demonstrando algumas ressalvas sobre questões estéticas que não eram finais e só estavam ali para servir de exemplo. No entanto, durante a entrevista, foi revelado que alguns deles desejavam outros meios de retornar para a tela inicial, ou seja, elementos que não mudam a proposta, mas que facilitam a interação e melhoram a usabilidade.

E por fim, a fase de aplicação dos **questionários**, os quais tinham perguntas que foram adaptadas de dois modelos de avaliação muito conhecidos, SUS e TAM, que explicaremos a seguir. Antes de finalizar a videoconferência, solicitamos ao entrevistado para responder durante a *meeting*, pois seria possível tirar dúvidas sobre as perguntas, caso precisassem.

Os questionários estavam dispostos em um único formulário, divididos por seções, cada seção tinha um questionário com perguntas para avaliar três aspectos, são eles: Avaliação de Satisfação de Uso (SUS) para mediar o nível de usabilidade do sistema proposto, Percepção de Utilidade e Facilidade de Uso, estes dois últimos do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM).

4. Resultados

Apresentamos nesta seção os resultados da avaliação, e para fazer referência aos participantes entrevistados, utilizaremos P1, P2 e P3, e para representar a solução proposta no experimento, nomeamos o modelo da ferramenta de Educa+.

Para discussão dos resultados, apresentamos as questões e os indicadores dos resultados obtidos na Tabela 2, na qual é possível visualizar as questões definidas para analisar a satisfação de uso do modelo proposto do ponto de vista dos docentes.

ID	Questão
Q1	Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência
Q2	Eu acho o sistema desnecessariamente complexo
Q3	Eu achei o sistema fácil de usar
Q4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema
Q5	Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas
Q6	Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência
Q7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente
Q8	Eu achei o sistema atrapalhado de usar
Q9	Eu me senti confiante ao usar o sistema
Q10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema

Tabela 2 – Avaliação SUS: Avaliação de Satisfação de Uso

A partir dos dados obtidos na pesquisa, temos os seguintes resultados de concordância e discordância em cinco níveis: Concorda Fortemente, Concorda, Neutro, Discorda, Discorda Fortemente.

Os resultados da avaliação de satisfação de uso segundo os docentes mostram, em relação aos aspectos positivos do protótipo (Q1, Q3, Q5, Q7, Q9) que todos os participantes P1, P2 e P3 concordam ou concordam fortemente, com exceção de Q7, em que os participantes P1 e P3 se mantiveram neutros e P2 concorda fortemente. E em relação aos aspectos que apontam para dificuldades em relação a satisfação de uso (Q2, Q4, Q6, Q8 e Q10), apenas em Q4 o participante P1 indicou que concorda que precisaria de uma pessoa de conhecimento técnico para usar o sistema.

Na tabela 3 é possível visualizar as questões definidas para analisar a percepção de utilidade da ferramenta Educa+ do ponto de vista dos docentes para auxiliar no planejamento dos planos de curso.

ID	Questão
Q1	Usar o Educa+ em meu trabalho me permitiria realizar tarefas mais rapidamente
Q2	Usar o Educa+ melhoraria meu desempenho no trabalho
Q3	Usar o Educa+ em meu trabalho aumentaria minha produtividade
Q4	Usar o Educa+ aumentaria minha eficácia no trabalho
Q5	Usar o Educa+ tornaria mais fácil fazer o meu trabalho
Q6	Eu acharia o Educa+ útil no meu trabalho

Tabela 3 – Avaliação TAM: Percepção de Utilidade

Os resultados da avaliação de percepção de utilidade segundo os docentes mostraram que P1 e P2 Concordam Fortemente, que o Educa+ em seu trabalho permitiria realizar tarefas mais rapidamente, e P3 se manteve neutro. Em relação se o Educa+ melhoraria o desempenho no trabalho, todos os docentes (P1 e P3 Concordam e P2 Concorda Fortemente) concordam. Quanto ao Educa+ ser útil no trabalho, todos os docentes (P1 e P3 Concordam Fortemente e P2 Concorda) concordam.

Na tabela 4 é possível visualizar as questões definidas para analisar a facilidade de uso da ferramenta Educa+ do ponto de vista dos docentes para auxiliar no planejamento dos planos de curso.

ID	Questão
Q1	Aprender a usar o Educa+ seria fácil para mim
Q2	Eu acharia fácil fazer o Educa+ fazer o que eu quero que ele faça
Q3	Minha interação com o Educa+ seria clara e compreensível
Q4	Eu acharia o Educa+ flexível para interagir
Q5	Seria fácil para mim me tornar habilidoso no uso do Educa+
Q6	Eu acharia o Educa+ fácil de usar

Tabela 4 – Avaliação TAM: Facilidade de Uso

Os resultados da avaliação de facilidade de uso, segundo os docentes, mostraram que todos os docentes concordam com todas as questões levantadas, somente tivemos a variação em Q1 (Aprender a usar o Educa+ seria fácil para mim) e Q4 (Eu acharia o Educa+ flexível para interagir), em relação à Concordam e Concordam Fortemente.

Os resultados da pesquisa mostraram que temos uma proposta bem avaliada, que atende aos objetivos e resolução dos problemas identificados durante a pesquisa, mesmo com alguns problemas levantados, os quais são simples de resolver.

Dentre as várias técnicas de investigação adotadas na avaliação do protótipo, a que mais contribuiu para aprendermos sobre os vários fatores de uso do protótipo, foi a técnica de observação. Por meio desta técnica, foi possível apreender durante o transcurso dos entrevistados o que poderia ser melhorado, como por exemplo, a utilização de mais telas de ajuda que contemplem todos os cenários de interação.

5. Considerações Finais

Neste trabalho foram investigadas e analisadas as percepções de docentes da área de Computação sobre os obstáculos que enfrentam para o desenvolvimento de seus planos de cursos híbridos. Essa investigação foi realizada com uma pesquisa qualitativa por meio de entrevistas e avaliação de um protótipo em potenciais cenários de uso.

A pesquisa demonstrou que o modelo investigado atende às necessidades dos docentes, quanto ao planejamento de cursos híbridos por meio de uma ferramenta com recursos de EUD. Essa abordagem é cada vez mais comum por dar mais flexibilidade aos usuários finais.

Como trabalhos futuros pretendemos aprofundar essa pesquisa com um maior público docente vindo de diferentes áreas do conhecimento. Adicionalmente, pretendemos explorar alternativas ao modelo proposto, com propostas de diferentes caminhos interativos e que tenham como foco a colaboração.

Entendemos que essa pesquisa é ainda incipiente, mas é um primeiro passo na definição de um modelo colaborativo para criação de planos de cursos híbridos com foco na facilidade de uso para docentes. Também acreditamos que sua implementação trará uma contribuição relevante para docentes e atores da educação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

Barbosa, S.D.J, & Silva, B.S. (2010). Interação Humano-Computador. Editora Campus-Elsevier.

Basili, V.R. (1993). Applying the Goal/Question/Metric paradigm in the experience factory. Software quality assurance and measurement: A worldwide perspective, 21–44.

Bim, S. A., Salgado, L.C. de C., & Leitão, C.F. (2016). Evaluation by Inspection: Comparing Methods of Practical, Cognitive and Semiotic Basis. In Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems https://doi.org/10.1145/3033701.3033710

Brochado, R. de A., & Carvalho, M. A. G. de. (2021). Revisão sistemática de estudos e aplicações de modelos pedagógicos diversificados. Revista Brasileira De Informática Na Educação, 29, 718–745. https://doi.org/10.5753/rbie.2021.29.0.718

Castro, R., Classe, T., & Siqueira, S. (2022). Técnicas e Tecnologias Diversas no Ensino Remoto Emergencial de Engenharia de Software. In Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação, (pp. 163-170). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/educomp.2022.19210

Creswell, J.W. (2007). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

De Souza, L. G., & Barbosa, S. D. J. (2014). Estendendo a MoLIC para Apoiar o Design de Sistemas Colaborativos. In Anais do XIII Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (pp. 25–28). Foz do Iguaçu: ACM.

De Souza, C.S.; Leitão, C.F.; Prates, R.O., & da Silva, E.J. (2006) The Semiotic Inspection Method. Anais do VII Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. Porto Alegre, RS: SBC. v. 1, p. 148-157.

Derisma, D. (2020). The usability analysis online learning site for supporting computer programming course using system usability scale (sus) in a university. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), 14(09):pp. 182–195. https://doi.org/10.3991/ijim.v14i09.13123

Lima, D. A. & Isotani, S. (2022). Systematic map and review of google classroom usage during the covid-19 pandemic: an analysis by data clustering approach. Revista Brasileira de Informática na Educação, 30:20–49. https://doi.org/10.5753/rbie.2022.2204

Martín-Núñez, J. L., Bravo-Ramos, J. L., Sastre-Merino, S., Pablo-Lerchundi, I., Caravantes Redondo, A., & Núñez-del Río, C. (2022). Teaching in secondary education teacher training with a hybrid model: Students' perceptions. Sustainability, 14(6). https://doi.org/10.3390/su14063272

Mourão, É., Dias, M., Pinheiro, E., Viterbo, J., & Maciel, C. (2021). Colabin: Modelo de colaboração interativa de aula fracionada para o ensino remoto na educação superior. In Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, pages 68–79, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC. https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218388

Pimentel, M. & Carvalho, F. (2021). Princípios da avaliação para aprendizagem na educação online. SBC Horizontes. http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2021/09/avaliacao-online

Pimentel, M. & Carvalho, F. d. S. P. (2020). Princípios da educação online: para sua aula não ficar massiva nem maçante. SBC Horizontes. http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/05/principios-educacao-online/

Ponce, V. & Abdulrazak, B. (2022). Context-aware end-user development review. Applied Sciences, 12(1). https://doi.org/10.3390/app12010479

Ruiz, C. R. Criação de um modelo canvas para planejamento acadêmico aliado a ferramentas de design thinking. Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara, 321–327, 2019. DOI: 10.22633/rpge.v23i2.11762

Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (tam): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. Computers Education, 128:13–35. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009

Silva, M., Viterbo, J., & Salgado, L. (2022). Privacidade na Educação on-line em Tempos de Pandemia: Um levantamento de práticas adotadas e possibilidades futuras. In Anais do III Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade, (pp. 1-12). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/wics.2022.223206

Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., & Polson, P. (1994). The cognitive walkthrough method: a practitioner's guide. Usability inspection methods. John Wiley & Sons, Inc., USA, 105–140.

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

Recebido/Submission: 04/12/2022
Aceitação/Acceptance: 10/03/2023

Desenvolvimento de plataforma tecnológica sobre a História da transição para a democracia portuguesa: uma contribuição para a educação aberta

Dionisia Laranjeiro[1], Pierre Marie[2], Pedro Réquio[3]

Dionisia.mendonca@ua.pt; pierremarie@ces.uc.pt; pedrorequio@hotmail.com

[1] Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Dep. Educação Psicologia, Univ. Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro

[2] Centro de Estudos Sociais, [3] Centro de Documentação 25 de Abril, ambos em Colégio da Graça, Rua da Sofia, 3000-391 Coimbra

Pages: 40-52

Resumo: 25AprilPTLab é um projeto de investigação que incluiu o desenvolvimento de uma plataforma online sobre a História do período de transição para a democracia portuguesa, direcionada à comunidade educativa. Esta plataforma é composta por um repositório, onde são disponibilizados recursos educacionais abertos, selecionados e organizados para o público escolar, e também uma área de criação e partilha de atividades educativas para os professores contribuírem e colaborarem, como veículo de memória da herança cultural e política do país para a diversidade europeia contemporânea. Neste artigo, apresenta-se a plataforma, os recursos, a metodologia de desenvolvimento e o envolvimento dos professores em todo o processo, reiterando a importância da educação aberta, dos recursos educacionais abertos e das práticas educacionais abertas.

Palavras-chave: 25 de abril; plataforma tecnológica; Recursos Educacionais Abertos; Repositório; Ferramentas de autoria

The development of a technological platform on the History of the transition to Portuguese democracy: a contribution to open education

Abstract: 25AprilPTLab is a research project that included the development of an online platform on the history of the period of transition to Portuguese democracy, aimed at the educational community. This platform is composed of a repository, with open educational resources, which were selected and organized for the school public. It also has an area for teachers to contribute and collaborate, with the creation and sharing of educational activities, as a vehicle of memory of the country's cultural and political heritage for contemporary European diversity. This article presents the platform, resources, development methodology and teacher involvement throughout the process, reiterating the importance of open education, open educational practices and open educational resources.

Keywords: April 25th revolution; technological platform; Open Educational Resources; Repository; authoring tool

1. Introdução

Numa altura em que se aproxima a comemoração dos 50 anos do 25 de Abril, entende-se que a memória e a história desta época estão sujeitas a processos, que por inclusão ou omissão de informação, moldam, transformam ou condicionam a perceção que temos hoje em dia deste período (Bebiano, 2022). O 25 de Abril de 1974 representou uma rutura essencial na história contemporânea de Portugal. Nesse dia, o Movimento das Forças Armadas derrubou o regime do Estado Novo e iniciou um profundo processo revolucionário. Novos partidos políticos e movimentos sociais fundamentaram o novo regime democrático, oficializado com a entrada em vigor da Constituição em abril de 1976. O projeto 25AprilPTLab averiguou a informação disponível sobre a Revolução de Abril, facultada no ensino básico e secundário, com a intenção de suprir carências ou distorções em termos documentais, e disponibilizou Recursos Educacionais Abertos (REA) num repositório da plataforma, para utilização em contexto educativo. Além do repositório, a plataforma oferece aos professores ferramentas de criação e partilha de atividades educacionais digitais sobre o período da transição para a democracia portuguesa. Assume, assim, um posicionamento de apoio à Educação Aberta, com forte ênfase na disponibilização de REA e na promoção de práticas educacionais abertas (PEA), promovidas por tecnologias web 2.0, também estas associadas ao acesso livre, à inclusão e à cultura participativa (Jenkins et al., 2009). Segue-se uma breve contextualização destes conceitos de abertura na educação, que estão na génese do projeto.

Em 2001, ocorreram duas iniciativas que vieram impulsionar o movimento REA: a fundação da Creative Commons, que permite aos detentores de direitos de autor escolher e associar aos seus conteúdos licenças de utilização, adaptação e partilha; e o consórcio OpenCourseWare, formado por instituições de ensino de todo o mundo, que pretendiam fomentar a produção de conteúdos e cursos abertos, para democratizar o acesso à aprendizagem. O termo REA surgiu em 2002, num evento da UNESCO no MIT, sobre o OpenCourseWare (Santos, 2013) e foi sendo atualizado ao longo do tempo. Os REA são materiais de aprendizagem de domínio publico ou licença aberta, que permitem o acesso e reutilização por outros, sem custos (UNESCO, 2019). Podem ser ficheiros de texto, imagem, áudio, vídeo, jogos, entre outros, a ser usados em contexto educacional, sem a preocupação de infringir direitos de autor (Mishra, 2017) e devem permitir ao utilizador as seguintes atividades (5R): Reter – apropriar-se do REA, por exemplo, descarregá-lo da internet para o computador; Rever – poder editar e adaptar o REA, por exemplo, traduzir para outra língua; Remisturar – combinar o REA com outros materiais e criar algo novo; Reutilizar – divulgar o REA, por exemplo, numa apresentação, aula ou página internet; Redistribuir – partilhar cópias do REA com outras pessoas, por exemplo, por e-mail (Wiley, ND).

A atual conjuntura tecnológica facilita a produção e utilização de REA, uma vez que o acesso à internet está generalizado, há melhor largura de banda, os equipamentos têm mais espaço em disco e capacidade de processamento e existem diversas aplicações e software livre de criação de conteúdos. A redução de custos de internet e o aparecimento

de equipamentos e programas, juntamente com a motivação social de interagir e partilhar informação, cria condições para o desenvolvimento do movimento REA (OECD, 2007).

São várias as vantagens da implementação de projetos de REA, para os governos, instituições de ensino, professores e alunos. Os governos podem usar dinheiro público, para dar acesso ao conhecimento a um maior número de pessoas, e promover oportunidades de formação ao longo da vida, combinando educação formal, informal e não formal. As instituições beneficiam de melhor imagem pública, pela partilha do conhecimento académico. O custo de desenvolvimento de conteúdos diminui e a qualidade aumenta, com a colaboração dos professores. Estes fatores atraem novos alunos (D'Antoni, 2009). Aos professores, incentiva práticas de colaboração e partilha de recursos educacionais, fomenta a produção e disseminação de conhecimento, contribui para a criação de versões ajustadas a diferentes realidades (local, nacional, global) e redundância para adequar a experiências de aprendizagem individuais (Furtado & Amiel, 2019). Os REA possibilitam a aprendizagem ativa dos alunos. Quando se envolve o aluno ou grupo de alunos na criação de REA, abrem-se oportunidades para a construção de conhecimento, levando-os a pesquisar, contextualizar, acrescentar informação, argumentar (Wiley & Hilton, 2018), e promove-se também o desenvolvimento de competências de comunicação e colaboração, criatividade e pensamento crítico. Com acesso a REA, os alunos podem reduzir os custos relacionados com a aquisição de manuais escolares. Hilton (2016) analisou 16 estudos sobre a influência dos REA na aprendizagem de alunos do ensino superior. Os resultados coletivos, que envolveram um total de 46.149 alunos, indicam que o uso de REA em vez dos manuais não afetou negativamente os resultados de aprendizagem. Mais, os alunos consideraram a qualidade dos REA comparável aos livros tradicionais e tiveram despesas de educação consideravelmente mais baixas.

Pese embora as vantagens descritas, há constrangimentos que justificam a lenta adoção de REA nas instituições educativas, como a falta de incentivos para os professores criarem e partilharem recursos, a necessidade de esclarecimentos em questões de direitos de autor para não gerar receio de utilização e partilha dos REA, a garantia de qualidade e relevância dos materiais e a sustentabilidade das iniciativas de REA (Mishra, 2017). É ainda de destacar a necessidade de formação dos professores em práticas pedagógicas inovadoras, que incluam a utilização de tecnologias digitais, que não se foque apenas no conhecimento instrumental das tecnologias, mas no potencial pedagógico para criar experiências de aprendizagem que impactem os alunos (Laranjeiro et al., 2021). As PEA são práticas pedagógicas inovadoras que incluem: REA para promover as atividades 5R; ensino aberto, em que os professores orientam os alunos a construir o seu conhecimento e percurso de aprendizagem individual; colaboração aberta em comunidades e redes sociais, para realização de tarefas de aprendizagem; e avaliação aberta, incluindo a avaliação por pares e práticas reflexivas de autoavaliação para melhorar os resultados de aprendizagem (Huang et al., 2020). O conceito de Educação Aberta surge na Declaração de Educação Aberta da Cidade de Cabo (2008) e reúne todos estes princípios de abertura num contexto mais amplo, cujo principal objetivo é eliminar constrangimentos no acesso, ritmo e métodos de estudo.

> *"a educação aberta não se limita apenas a recursos educacionais abertos. Também se baseia em tecnologias abertas que facilitam a aprendizagem colaborativa e flexível e a partilha de práticas de ensino abertas que capacitam os educadores a beneficiarem das melhores ideias de colegas. Pode incluir*

novas abordagens de avaliação, acreditação e aprendizagem colaborativa" (Cape Town Open Education Declaration, 2007).

A tecnologia tem um papel fulcral neste contexto. O acesso à Internet veio reduzir constrangimentos de tempo e espaço e trouxe flexibilidade à aprendizagem, oferecendo opções educativas variadas, que permitem ao educando aceder e selecionar temáticas e avançar ao seu ritmo, de acordo com os seus interesses. As ferramentas web atuais, as redes sociais e tecnologias participativas permitem aos utilizadores expressarem-se e produzirem REA, dando espaço à educação aberta (Bozkurt, Koseoglu & Singh, 2019).

Neste projeto, pretende-se que os professores possam apropriar-se dos REA e das ferramentas da plataforma 25AprilPTLab, para produzir e colaborar com outros professores na criação de novos recursos, multiplicando ideias e diversificando conhecimentos. Ao partilhar os seus recursos com pares, permitem que estes os reutilizem para criar novos conteúdos da história contemporânea portuguesa.

2. Metodologia

O desenvolvimento da plataforma tecnológica seguiu premissas da metodologia Design-Based Research (DBR), para conjugar a investigação científica com o desenvolvimento de um produto tecnológico que pretende dar resposta a um problema educacional (Plomp, 2013), nomeadamente, a criação de uma plataforma online que ofereça REA sobre História do período da transição democrática portuguesa, e ferramentas que permitam aos professores criar os seus conteúdos e partilhar com outros membros da comunidade educativa. Um aspeto a salientar nesta metodologia é envolvimento de uma equipa multidisciplinar, com diferentes perfis que participam ativamente em todo o processo de desenvolvimento (Anderson & Shattuck, 2012): uma equipa de investigadores, da área de história, arquivos bibliográficos e educação, foi responsável por estudos preliminares, definições iniciais, escolha de conteúdos a integrar na plataforma, organização da informação e metadados; uma equipa de desenvolvimento multimédia, foi responsável por especificações funcionais, design, programação, testes e melhorias ao desenvolvimento tecnológico da plataforma; um grupo de professores, potenciais utilizadores da plataforma, foi envolvido desde os estudos preliminares para levantamento de necessidades através de resposta a inquérito por questionário, depois novamente na utilização e testes ao protótipo, com sessões de apresentação e esclarecimentos por videoconferência, até à avaliação final da plataforma, com resposta a questionário online. Seguindo a metodologia DBR, o desenvolvimento tecnológico foi iterativo, consistindo em ciclos de análise, design e avaliação (van den Akker et al., 2006), que contaram com a participação dos diversos intervenientes para atingir uma versão robusta da plataforma e alcançar os objetivos definidos. Todo o processo foi apoiado em investigação rigorosa e reflexiva, valorizando-se a contribuição da pesquisa documental, do conhecimento científico e da experiência empírica no desenvolvimento tecnológico (Reeves, 2000). Este processo dividiu-se em três fases: estudos preliminares, desenvolvimento e avaliação final (Plomp, 2013).

2.1. Estudos Preliminares

Nos estudos preliminares, foi feito o levantamento de necessidades dos professores e pesquisa de plataformas e REA já existentes, e a análise de conteúdos disponíveis

em manuais escolares. Este estudo levou às definições iniciais, seleção de conteúdos e especificações funcionais da plataforma. Os trabalhos preliminares desenvolvidos pela equipa de investigação foram fundamentais para sustentar a definição das funcionalidades da plataforma, bem como a seleção dos documentos a integrar neste repositório. O envolvimento da comunidade escolar nestes trabalhos foi, desde o início do projeto, um objetivo constante, de forma a garantir que a futura plataforma pudesse responder às necessidades reais e concretas do trabalho letivo e permitisse enriquecer, e complementar o conteúdo das atividades realizadas nas salas de aula. Os docentes e as escolas foram assim definidas, desde o início, como intervenientes essenciais na conceção e na fase de teste da plataforma 25AprilPTLab. Procurou-se tecer um panorama dos conteúdos lecionados e das práticas educativas levadas a cabo nas escolas contemplando os seguintes períodos: fim do Estado Novo (1958-1974); o processo revolucionário (1974-1976), e a instauração do regime democrático (1976-1982). Efetuou-se um levantamento dos manuais escolares de História e dos programas de História atualmente em vigor. Foram contemplados 14 manuais editados entre 2009 e 2018 do 6º, 9º, 11º e 12º Anos nas várias disciplinas da História (História e Geografia, História A e B). Este estudo dos manuais escolares centrou-se nas narrativas encontradas nestes documentos, na iconografia e nos documentos históricos neles apresentados e nas ausências que foi possível identificar. As principais conclusões que resultaram deste levantamento foram as de uma forte repetição dos documentos utilizados, bem como a presença de elementos narrativos que limitam a riqueza e a multiplicidade do processo de construção da democracia em Portugal. Foi notado, por exemplo, uma relativa ausência dos movimentos sociais, uma limitação da definição da democracia à figura do eleitor, bem como simplificações das dinâmicas políticas da época que acabam por dificultar a sua compreensão.

Com vista a completar o estudo dos manuais escolares, procurou-se perceber quais eram as práticas dos professores em relação ao ensino da construção democrática em Portugal. Através de um inquérito online enviado a escolas, que contou com a participação de 91 docentes, que lecionavam história do 5º ao 12º ano, foi possível identificar melhor estas práticas e definir áreas prioritárias para a futura plataforma. 87% dos professores inquiridos dinamizava atividades deste período com a realização de exposições, conferências, trabalhos de alunos e a exibição de filmes e documentários. Na atividade letiva, os professores usavam principalmente os manuais e recursos multimédia disponibilizados por editores e sites na internet. O recurso a documentos de arquivos e à história oral sob a forma de entrevistas era muito escasso, assim como a organização de visitas a locais históricos e a museus. Entre as dificuldades encontradas, os professores mencionaram que o tema era complexo, o programa extenso e o tempo de preparação escasso, o que levava a uma abordagem superficial e repetitiva dos manuais. Os alunos também mostravam falta de interesse, de maturidade e formação política, necessária para entender este período. Relativamente às necessidades, os professores expressaram vontade de aceder a documentos adequados à idade dos alunos, como filmes e documentários de pequena duração, arquivos da época e documentos iconográficos. Foi igualmente mencionada a falta de textos de apoio, guiões para análises de filmes e fotografias, cronologias, esquemas, ideias de atividades e jogos interativos. A fase preliminar de trabalho confirmou as grandes potencialidades do projeto 25AprilPTLab e constituiu uma base importante para a construção técnica e documental da primeira versão da plataforma.

2.2. Desenvolvimento

O desenvolvimento teve dois ciclos, que incluíram a implementação tecnológica e a pesquisa, seleção e preparação de REA a integrar na plataforma. No primeiro ciclo de desenvolvimento fizeram-se estudos de design e criou-se de *wireframe*[1] não funcional, definiram-se tipologias e temáticas para organização dos conteúdos, provenientes do Centro de Documentação 25 de Abril (CD25A).

É de considerar que o CD25A conta à data com 4 milhões de documentos, muito do material demasiado específico para ser uma plataforma de utilização escolar ou pública. Os documentos foram cuidadosamente selecionados, para plasmar a diversidade temática e histórica que pretendíamos através destes recursos, tendo em conta os principais utilizadores da plataforma: professores e alunos. Nesta fase, o projeto foi avaliado pelos investigadores e apresentado num seminário de professores, para uma primeira perceção do interesse e da relevância da plataforma e dos conteúdos para os potenciais utilizadores, bem como para aferir a consistência do design e a expetativa de utilização futura (Nieveen & Folmer, 2013). A avaliação dos investigadores e dos professores levou à aprovação do *layout* e da estrutura da plataforma no primeiro ciclo de desenvolvimento e alguns ajustes na linguagem e nomenclatura utilizada. Do contacto com o grupo de professores resultou que entendiam a plataforma, consideravam pertinente e bem organizada, útil para explorarem a temática e motivadora para a aprendizagem dos alunos. Surgiu a preocupação de falta de tempo letivo para a realização de atividades em sala de aula, devido a um programa disciplinar vasto e a uma cultura de orientação para os exames. A avaliação numa fase inicial de desenvolvimento é essencial para introduzir mudanças ao planeamento e tomar decisões de design e programação para melhorar a usabilidade, que seria mais complexo numa fase avançada.

Num segundo ciclo de desenvolvimento, o protótipo foi programado, seguindo-se testes internos da equipa tecnológica e da equipa de investigação, que resultaram em correções de erros e melhorias a nível da navegação, organização dos conteúdos, metadados e funcionalidades. A título de exemplo, nos filtros de pesquisa, havia inicialmente 12 temas, que se dividiam em subtemas. Considerou-se que a segmentação era demasiada, ficando alguns subtemas com pouca informação e tornando a pesquisa mais difícil. Assim, retiraram-se os subtemas, mas acrescentou-se uma listagem de palavras-chave clicável, associada a cada REA. Assim, ao encontrar um REA que satisfaz a pesquisa, o utilizador vê as palavras-chave associadas e pode premir, para encontrar outros REA relacionados. Esta versão foi apresentada aos professores, que utilizaram a plataforma durante um período piloto, terminando o segundo ciclo de desenvolvimento.

2.3. Avaliação

A avaliação final foi feita com os professores que utilizaram a plataforma no período piloto. Uma parte significativa deste projeto decorreu em plena fase de pandemia COVID-19 o que obviamente obrigou a uma redefinição da metodologia. Os contatos passaram a efetuar-se por via digital e não foi possível testar o funcionamento da plataforma no contexto de sala de aula. No entanto, realçamos o entusiasmo dos

[1] *Wireframe* é um desenho básico da interface de um site, que mostra a navegação, *layout* das páginas e disposição de elementos de conteúdo, sem ter ainda trabalho de design e programação

docentes envolvidos na fase de teste, que permitiu alcançar os objetivos de participação estabelecidos para a construção da plataforma. O ensino a distância obrigou os professores a familiarizarem-se com o uso de ferramentas online, assistindo-se a nível nacional, a uma verdadeira revolução digital, que veio dar a este projeto um carácter mais relevante e de maior aceitação pela comunidade escolar. Nesta avaliação participou um grupo mais reduzido que aquele que tinha participado no primeiro inquérito, favorecendo uma relação de maior proximidade e diálogo. Com vista a apresentar a plataforma, as suas funcionalidades, bem como os objetivos da fase de teste foram organizadas 4 sessões das "Oficinas do 25AprilPTLab", que contaram com a presença de 11 professores e permitiram um contacto próximo com as realidades do trabalho docente nas escolas. Após estas sessões, os docentes tiveram acesso à plataforma para testar de forma autónoma as suas funcionalidades, identificar erros e lacunas, e avaliar a pertinência do 25AprilPTLab para a preparação das aulas e atividade letiva com os discentes. Foi lançado um inquérito online dirigido aos professores, com vista a avaliar formalmente as funcionalidades da plataforma, os REA do repositório de documentos, as atividades educativas (ferramentas de autoria e de consulta) e as ferramentas auxiliares. Este segundo inquérito concluiu a fase de teste e permitiu melhorar a plataforma. Os professores participantes sugeriram funcionalidades a melhorar, bem como documentos adicionais a incluir no repositório digital. Pode-se concluir desta fase que a plataforma preenche uma lacuna importante no acesso a documentos históricos sobre o período da transição para a democracia portuguesa. O envolvimento dos professores foi novamente fulcral para permitir à plataforma responder às necessidades reais dos processos letivos nas salas de aula. Com base nos resultados da avaliação, concluiu-se que a estrutura, as funcionalidades e os conteúdos da plataforma eram relevantes para os professores e que estes tinham expetativas de a utilizar em sala de aula, quando possível. Assim, considerou-se a plataforma preparada para lançamento online e iniciou-se a divulgação ao público em geral.

3. Descrição da plataforma e dos REA

Para aceder ao projeto 25aprilptlab online, deve inserir-se o endereço https://25aprilptlab.ces.uc.pt num navegador de Internet. A página de entrada da plataforma apresenta as áreas principais: repositório de documentos, atividades educativas, ferramenta de criação de atividades e ferramentas auxiliares. Um motor de pesquisa no centro da página permite procurar documentos e atividades educativas, inserindo palavras-chave. No menu superior, é possível aceder a informação oficial sobre o projeto, fazer o registo de utilizador, fazer *login/logout* e aceder à página pessoal, quando se é um utilizador registado (Figura 1).

O repositório de documentos reúne uma coleção de cerca de 3.500 REA, selecionados e tratados pela equipa de investigação, com a validade documental e o rigor histórico necessário para serem usados pela comunidade educativa. Para facilitar as pesquisas, organizaram-se os conteúdos em doze temáticas: 1 - Cidadania, Constituição e Direitos Humanos; 2 - O regime do Estado Novo; 3 - Oposições ao Estado Novo; 4 - Da guerra colonial à descolonização; 5 - Migrações políticas e económicas; 6 - Os militares no quartel e na rua; 7 -Conquistas da Liberdade: culturas, costumes e valores; 8 – Movimentos sociais e organizações populares, 9 – Partidos, movimentos políticos e instituições; 10 –

A contrarrevolução; 11 – Representações da revolução; 12 – Transformações económicas. Estas divisões foram feitas para que a pesquisa documental da plataforma permitisse refinar a procura dos documentos, para os utilizadores encontrarem com mais facilidade os conteúdos pretendidos.

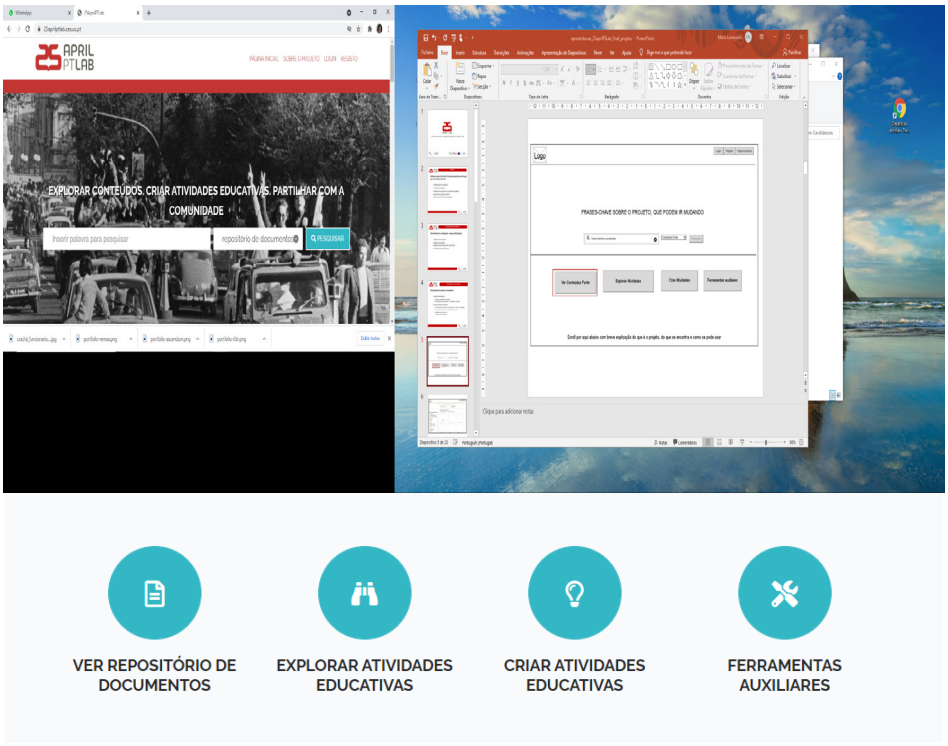


Figura 1 – Página principal do projeto 25AprilPtLab em https://25aprilptlab.ces.uc.pt/

O número de documentos inseridos em cada temática é variado, e existem algumas temáticas que apresentam um número mais elevado que as restantes. Isto verifica-se porque o próprio arquivo do CD25A tem documentos que se adequam mais a algumas temáticas ou períodos do que outros. Parte considerável da documentação encontrada é naturalmente do período pós-25 de Abril e dos primeiros anos da democracia, daí a prevalência de documentos associados a esta fase particular da História portuguesa. Os arquivos do CD25A contêm uma enorme diversidade de suportes, que podem variar entre documentação textual, videográfica ou até objetos comuns (como o blusão que Otelo Saraiva de Carvalho utilizou durante as operações do 25 de Abril de 1974). No que respeita à tipologia textual é possível encontrar neste arquivo, bem como na plataforma: panfletos, comunicados, boletins brochuras, livros, revistas, jornais, diários e anotações pessoais. Já as imagens desdobram-se em: cartazes, fotografias, autocolantes, cartoons e desenhos. Os ficheiros áudio podem ser: entrevistas, discursos, debates ou temas musicais. O material videográfico é constituído por entrevistas, recortes televisivos,

documentários ou excertos dos mesmos, bem como algumas obras cinematográficas ou curtas-metragens. Um outro aspeto que vale a pena destacar é o da visibilidade dada à história local por este projeto. Foi possível incluir muitos documentos das variadas tipologias, referentes a diversas localidades do país, como Coimbra, Évora ou Fundão. Considerou-se importante inserir documentação referente a eventos ocorridos fora do perímetro da capital, para contribuir para uma visão mais rica do país e das transformações ocorridas, e abarcar diversidade geográfica e cultural portuguesa, para permitir que os utilizadores pudessem aceder a conteúdos que lhes fossem próximos, tanto espacialmente quanto afetivamente. A plataforma contém ainda documentos que não provêm diretamente de coleções pessoais no acervo do CD25A, mas que são REA pertinentes para uma visão rica, complexa e percetível por parte dos alunos, professores ou utilizadores menos familiarizados com o período, como arquivos videográficos da Rádio Televisão Portuguesa.

Entrando no repositório, o utilizador visualiza a listagem de REA disponíveis, podendo realizar pesquisas ou aplicar filtros aos resultados, selecionando o período histórico, tipo de conteúdo ou tema que pretende. Como exemplo, refinar a pesquisa para o período "1974-1976: Processo revolucionário", tipo de conteúdo "Imagens", tema "Cidadania, constituição e direitos humanos" conduz a 18 resultados (Figura 2), reduzindo consideravelmente a quantidade de informação apresentada, o que permite ao utilizador encontrar rapidamente o REA apropriado ao seu objetivo. Ao escolher um recurso, o utilizador entra numa página com informação descritiva e metadados e tem a possibilidade de aceder ao recurso e guardar na sua página pessoal, como favorito.

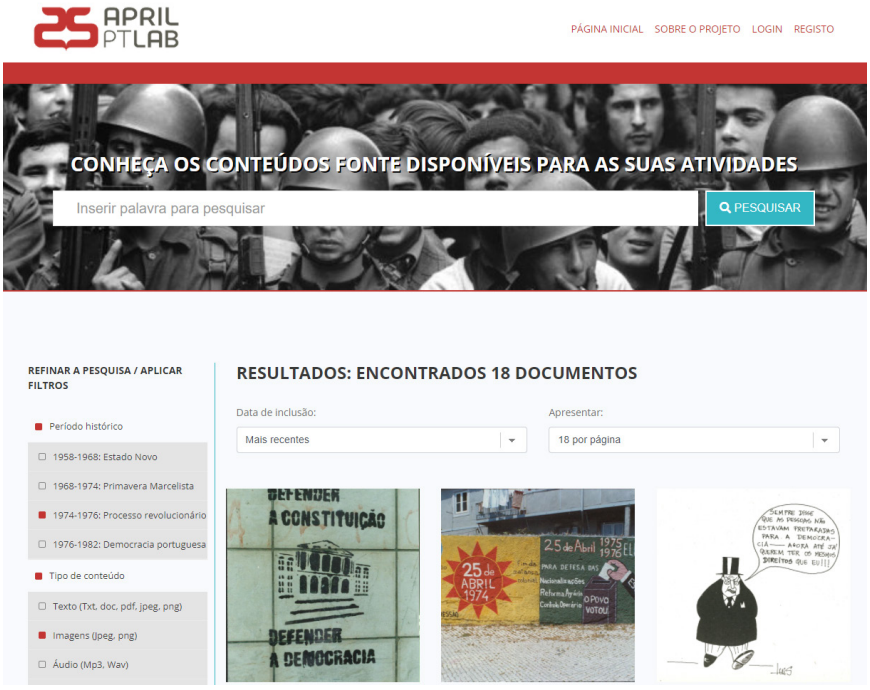


Figura 2 – Repositório de documentos, aplicação de filtros de pesquisa

Na área de atividades educativas, os utilizadores podem consultar atividades criadas e partilhadas por professores. Estas atividades estão classificadas pelos professores que criaram as atividades. Assim, é possível refinar a pesquisa de atividades por período histórico (Estado Novo, Primavera Marcelista, Processo revolucionário e Democracia Portuguesa), mas também por área disciplinar (história, ciências sociais e humanidades, artes, língua portuguesa e literatura, ciências e tecnologias, línguas estrangeiras) e por nível de ensino (do 1º ciclo do ensino básico ao ensino secundário). As atividades podem incluir REA do repositório 25AprilPTLab, mas também conteúdos novos adicionados pelos professores, tais como textos, perguntas, sugestões de exploração, imagens, vídeos, ficheiros áudio, apresentações e hiperligações para outros sites. As atividades podem ser visualizadas online, podem ser gravadas como um ficheiro PDF, para facilitar a sua impressão, ou guardadas na página pessoal do utilizador registado, para uso posterior. O acesso ao repositório de documentos e à área de atividades educativas é livre, mas o acesso à ferramenta de criação de atividades e à página pessoal exige o registo de utilizador.

A criação de atividades com a ferramenta de autoria (Figura 3) divide-se em três passos.



Figura 3 – Ferramenta de autoria para criação de atividades educativas

Primeiro, a inserção do conteúdo da atividade, onde o professor organiza a atividade, juntando textos, perguntas, campos de resposta, REA disponíveis no repositório do 25Aprilptlab e ficheiros pessoais que pode carregar do seu disco para a plataforma. Após a organização do conteúdo, o passo seguinte é associar informação sobre a atividade,

o objetivo, período histórico, área disciplinar, níveis de ensino e palavras-chave. Estes dados classificam a atividade, de forma a orientar futuras pesquisas. No último passo, o professor decide como pretende utilizar a atividade, podendo optar por guardar na sua página pessoal, para uso privado, ou partilhar com os outros professores na área de atividades educativas da plataforma 25Aprilptlab. A partilha pode ser apenas para visualização, ou com permissões para utilização noutras atividades, o que dá autorização aos outros professores para reutilizar e adaptar as atividades que lhes interessam, adicionando, eliminando ou alterando conteúdos. Neste caso, cumpre todos os objetivos de um REA, de possibilidade a realização das atividades 5R (Mishra, 2017). O utilizador registado tem uma página pessoal, que agrega a sua informação de perfil, as suas atividades e os seus favoritos, que podem ser recursos do repositório e atividades de outros professores. Os favoritos podem ser usados na criação de novas atividades ou para mostrar aos alunos em sala de aula.

4. Considerações finais

Neste artigo procurou-se apresentar a plataforma digital 25AprilPTLab e o seu contributo para o movimento da educação aberta, com forte ênfase na disponibilização de REA sobre o período da transição para a democracia em Portugal, com conteúdos selecionados apropriadamente pelos investigadores para dar resposta às necessidades da comunidade educativa. Simultaneamente, a plataforma oferece funcionalidades de criação, edição e partilha de REA, que poderão potenciar práticas pedagógicas inovadoras, como a colaboração entre professores ou o envolvimento dos alunos na criação de conteúdos e construção do conhecimento. Os recursos e as funcionalidades da plataforma permitem ainda aos professores distanciarem-se dos currículos formais e desenvolver novos projetos em sala de aula, relacionados com este período da nossa História.

Os princípios da História Pública e da Ciência Aberta norteiam o projeto de investigação e influenciaram as atividades desenvolvidas. Procurou-se divulgar documentos históricos junto do público em geral, e mais especificamente dos professores do ensino básico e secundário. No que respeita a seleção documental, o projeto 25AprilPTLab tomou como ponto de partida uma análise empírica das dificuldades com que os professores, que abordaram direta ou indiretamente o período e as temáticas decorrentes da transição democrática portuguesa, se deparam na preparação das suas aulas, entroncando-as de seguida com a carência ou repetição de materiais, verificadas nos manuais escolares. O principal propósito do projeto, no âmbito dos professores, será então o de conduzir os esforços na superação das dificuldades constatadas e contribuir para uma ação educativa mais profusa e frutífera. Longe de restringir o escopo da plataforma à disciplina de História, procurou-se ampliar ao máximo a permeabilidade da mesma às diversas disciplinas existentes no ensino básico e secundário, recorrendo à diversidade documental e temática. A metodologia de desenvolvimento envolveu professores nas várias fases, para auscultar as necessidades e avaliar o produto iterativamente até atingir uma versão final, preparada para divulgação0.

Como estudos futuros, seria interessante analisar a utilização da plataforma pelos professores, a vários níveis: quais os REA mais procurados e utilizados, para que níveis de ensino e disciplinas, qual a utilização em sala de aula, que práticas pedagógicas

promoveram. Uma limitação do estudo foi a impossibilidade de testar a plataforma em sala de aulas com alunos. Seria interessante estudar-se o impacto da utilização da plataforma na aprendizagem deste período da História e na sua motivação e interesse pela disciplina.

Agradecimentos

Este artigo foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDB/00194/2020 (CIDTFF). Baseia-se no trabalho efetuado no projeto "25AprilPTLab - Laboratório interativo da transição democrática portuguesa", financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, ref.ª PTDC/COM-CSS/29423/2017.

Referências

Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, 41(1), 16–25. https://bit.ly/3UntWG5

Bebiano, R. (2022). Justificação e sentido de um projeto. *Projeto 25ArprilPTLab Laboratório interativo da Transição Democrática Portuguesa – Relatório Final*

Bozkurt, A., Koseoglu, S., & Singh, L. (2019). An analysis of peer reviewed publications on openness in education in half a century: Trends and patterns in the open hemisphere. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(4).

Cape Town Open Education Declaration. (2007). Unlocking the promise of open educational resources. Cape Town, South Africa. https://bit.ly/3fvLeBZ

D'Antoni, S. (2009). Open educational resources: Reviewing initiatives and issues. *Open Learning: the journal of open, distance and e-learning*, 24(1), 3-10.

Furtado, D. & Amiel, T. (2019). Guia de bolso da Educação Aberta. Brasília, DF: Iniciativa Educação Aberta. https://bit.ly/3SXSWCs

Hilton, J. (2016). Open educational resources and college textbook choices: A review of research on efficacy and perceptions. *Educational technology research and development*, 64(4), 573-590.

Huang, R., Tlili, A., Chang, T. W., Zhang, X., Nascimbeni, F., & Burgos, D. (2020). Disrupted classes, undisrupted learning during COVID-19 outbreak in China: application of open educational practices and resources. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1-15.

Jenkins, H., Purushotma, R., Weigel, M., Clinton, K., & Robison, A. J. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st Century*. The Mit Press.

Laranjeiro, D., Moreira, A., Balula, A., Moreira, G., & Vasconcelos, S. (2021). Teacher Training in innovative practices in higher education, using a MOOC: Preliminary Study. *16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-4). IEEE

Mishra, S. (2017). Open educational resources: removing barriers from within. *Distance Education*, 38:3, 369-380, DOI: 10.1080/01587919.2017.1369350

Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative evaluation in educational design research. Em T. Plomp & N. Nieveen (Eds.) *Educational design research* (pp. 152–169).

OECD. (2007). *Giving knowledge for free the emergence of open educational resources*. Centre for Educational Research and innovation

Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. Em T. Plomp & N. Nieveen (Eds.) *Educational design research* (pp. 10–51). Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development.

Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through «design experiments» and other development research strategies. *International perspectives on instructional technology research for the 21st century, Annual meeting of the American educational research association*. New Orleans.

Santos, A. I. (2013). Recursos Educacionais Abertos no Brasil: o estado da arte, desafios e perspetivas para o desenvolvimento e inovação. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil.

UNESCO. (2019). *Recommendation on open educational resources (OER)*. https://bit.ly/3STGfsh

van den Akker, J., Gravemeijer, K., Mckenney, S., & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. Em J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. Mckenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 3–7). New York: Routledge.

Wiley, D. (ND). Defining the “Open” in Open Content and Open Educational Resources (online) https://www.opencontent.org/definition/

Wiley, D., & Hilton, J. (2018). Defining OER-enabled pedagogy. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(4).

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

Recebido/Submission: 09/11/2022
Aceitação/Acceptance: 08/02/2023

La experiencia de marca en relación con la intención de continuar con el servicio dentro de las plataformas de streaming audiovisual

Alonso Castillo Altamirano[1], Diego Risco Chang[2], Martín Mauricio Andía[3]

u201621124@upc.edu.pe; u20161c549@upc.edu.pe; pccmmmau@upc.edu.pe

[1] Facultad de Comunicaciones, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , Lima 15023, Perú

2 Facultad de Comunicaciones, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , Lima 15023, Perú

[3] Facultad de Comunicaciones, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , Lima 15023, Perú

Pages: 53-67

Resumen: Actualmente, los servicios audiovisuales de streaming, presentan diversas oportunidades comerciales, sin embargo, aún hay pocos estudios que han explorado la intención de los usuarios de continuar usando estos servicios. El objetivo del presente trabajo de investigación es comprobar cómo la experiencia que ofrece el contenido de las marcas de streaming, influye en el compromiso del consumidor con relación a la intención de continuar el uso de estas plataformas. Para comprobar las hipótesis planteadas, se aplicó el modelo de ecuaciones estructurales (SEM) por mínimos cuadrados parciales (PLS) a una muestra de 377 personas. Los resultados comprobaron que la experiencia del consumidor tiene un efecto positivo en el compromiso y este último, en la intención de continuar usando el servicio de streaming. El aporte de la presente investigación es ayudar a entender mejor sobre la continuidad de seguir utilizando estos servicios de pago en un entorno competitivo.

Palabras-clave: Streaming; Experiencia del Consumidor; Compromiso del Consumidor; Intención de continuar con el servicio.

Brand experience in relation to the intention to continue with the service within audiovisual streaming platforms

Abstract: Currently, streaming audiovisual services present diverse commercial opportunities, however there are still few studies that have explored the intention of users to continue using these services. The objective of this research is to test how the experience offered by the content of streaming brands influences consumer engagement in relation to the intention to continue using these platforms. In order to test the hypotheses, partial least squares (PLS) structural equation modeling (SEM) to a sample of 377 people. The results proved that consumer experience has a positive effect on engagement and the latter, on the intention to continue using the streaming service. The contribution of the present research is to help better understand the continuity of continuing to use these paid services in a competitive environment.

Keywords: Streaming; Consumer Experience; Consumer Engagement; Continuance Intention.

1. Introducción

Conociendo que el 21% del tiempo total dedicado por los usuarios a los medios digitales se destina al entretenimiento audiovisual (Joshi, 2015) y que el papel del Covid-19 fue un potente desarrollador (Vlassis, 2021) esta industria ha sido parte de una revolución la cual ha dado lugar al surgimiento de nuevos medios OTT (*over-the-top*) que ofrecen servicios directamente a los usuarios (Gupta y Singharia, 2021).

Del mismo modo Pereira y Tam (2021) concuerdan en que la evolución de la tecnología audiovisual ha creado nuevas formas de consumir contenidos y que el valor que han creado compañías como *Netflix, Amazon Prime Video, Disney Plus* o *HBO Max* se basa en la concentración de su estrategia en el usuario gracias al uso inteligencia artificial y algoritmos. Es por ello que *Netflix*, compañía líder del sector, ostenta 222 millones de suscriptores alrededor del mundo, de los cuáles 37,5 millones son de Latinoamérica. (Statista, 2022).

Entre los principales factores de éxito de estas plataformas se encuentra el brindar una grata experiencia al consumidor, lo que puede llevar de manera directa al compromiso con la marca que provee el servicio (Hollebeek y Macky, 2019; Ahn y Back, 2018), y por lo tanto, generar continuidad con el uso del servicio e incrementar la cantidad de pago (Santos y Schlesinger, 2021; Qing y Haiying, 2021).

En ese sentido, se han encontrado diversos estudios sobre la experiencia de marca en el consumo (Brakus et al. 2008 & Gentile et al., 2007), la satisfacción del consumidor en entornos digitales (Bolton et al., 2013 y Calantone et al., 2018), la confianza dentro del comercio online (Kim et. al, 2008), el compromiso en los servicios digitales B2C (Zhang et al., 2017) y la intención de la continuidad de uso en los servicios (Homburg y Giering, 2001). Sin embargo, hay escasez de estudios que logren explicar cómo la experiencia con la marca puede ser un antecedente de la continuidad de uso dentro de las plataformas de *streaming* audiovisual a través del compromiso del consumidor. Adicionalmente, existen pocos estudios de esta categoría que utilicen las variables propuestas en nuestra investigación dentro de mercados regionales como el latinoamericano (Vlassis, 2021; Auditya y Hidayat, 2021).

Por lo tanto, lo que se propone como objetivo del presente trabajo de investigación es demostrar cómo la experiencia de marca, puede generar la continuidad de uso en las plataformas de *streaming* audiovisual a través del compromiso consumidor.

2. Revisión de literatura

2.1. Experiencia de marca

Una primera aproximación al concepto de la experiencia del consumidor fue brindada por Holbrook y Hirschman (1982) en donde manifiestan que esta experiencia ofrece un enfoque diferente al concepto tradicional del consumidor basado en la racionalidad.

Es decir, no sólo es racional, sino que también puede presentar otros aspectos como sensoriales, físicos e incluso espirituales (Brakus, 2008; Schmitt, 1999). Más adelante por Addis y Holbrook (2001), sumado a las características mencionadas anteriormente, destacaron que los consumidores son capaces de discernir entre una marca u otra recién a partir de la experiencia vivida en el periodo de su uso.

Uno de los primeros en estudiar la experiencia del consumidor desde una perspectiva diferente fue Brakus et al. (2008), que la involucra en una serie de circunstancias que tiene como finalidad causar emociones y sentimientos positivos en los consumidores, con lo cual se busca generar conciencia y relaciones a largo plazo por parte de ellos (Habib et al., 2021). En adición, Schmitt y Zarantonello (2009), conceptualizan la experiencia de marca como respuestas subjetivas internas del consumidor (sensaciones, sentimientos y cogniciones) y respuestas de comportamiento evocadas por estímulos relacionados con la marca.

Brakus et al. (2008) propuso un modelo basado en cuatro dimensiones: la experiencia sensorial, afectiva, experiencia conductual e intelectual. Este modelo ha sido utilizado en diversas investigaciones y diferentes campos como turismo (Kim et al., 2012), marcas de lujo (Berthon et al., 2009), marcas globales (Sahin et al., 2011), organizaciones de servicios (Nysveen, et al., 2012), aplicaciones de realidad aumentada (Javornik, 2016) e inclusive en diferentes grupos de edad como Millenials (Khan et al., 2021).

En cuanto a la experiencia sensorial, Brakus et al. (2008) y Gentile et al., (2007) la definen como los colores, las formas, los tipos de letra y los diseños que usualmente tienden a generar experiencias en los sentidos, mientras que la experiencia afectiva involucra el sistema afectivo de una persona a través de la generación de estados de ánimo, sentimientos o emociones. En relación a la experiencia conductual proviene de las vivencias de la persona a través de la adopción de un estilo de vida y sus comportamientos. Por último, la experiencia intelectual se manifiesta a través de los procesos mentales conscientes; donde los clientes hacen uso de su creatividad y vivencias para la elección de un determinado servicio (Gentile et al., 2007).

2.2. Compromiso del consumidor

Pansari y Kumar (2017) definen al compromiso del consumidor como la mecánica de la adición de valor de un cliente a la empresa. Por su parte, Van Doorn et al. (2010), explica el compromiso del cliente como manifestaciones conductuales hacia la marca o empresa, más allá de la transacción económica, mientras que Brodie et al. (2013) señala que el compromiso del consumidor, en el campo virtual, se da por la interacción entre consumidores y la marca, caracterizado además por la intensidad que se producen dentro de procesos de compromiso dinámicos e iterativos.

La importancia del compromiso del consumidor radica en que, si se logra concentrar la satisfacción y comodidad del cliente a largo plazo, este escogerá a la marca por encima de la oferta de la competencia (Sashi, 2012) con lo cual se puede comprobar cómo es que el consumidor se encuentra comprometido con la marca y aporta valor (Zhang et al., 2017). Por su parte, Gummerus et al. (2012), mencionan que los clientes que se comprometen en realizar acciones que fortalezcan su relación con la marca, tienen clara su decisión de compra con mayor facilidad.

Se ha encontrado relación entre la experiencia de marca con el compromiso del consumidor, puesto que cuando a los consumidores se les presentan impresiones de experiencia atractivas en el servicio, es más probable que se interesen más por la marca y posteriormente se involucren con ella (Ahn y Back, 2018). Por su parte, según Hayes y MacLeod (2007), mencionan que una experiencia de marca memorable puede tener como consecuencia una mayor participación del consumidor en los procesos de compra. Se ha comprobado la relación entre la experiencia del consumidor y el compromiso en diferentes campos como el consumo online (Khan et al., 2020), en el e-commerce (Bilgihan et. al, 2016) y en plataformas online en industrias de comida, ropa de moda y aerolíneas (Merrilees, 2016). A partir de lo mencionado se postula la siguiente hipótesis:

H1: La experiencia de marca tiene un efecto positivo con el compromiso del consumidor con el servicio de streaming.

2.3. Intención de continuar

Se define como la intención de los usuarios de continuar con el uso de determinados servicios de consumo durante un periodo prolongado y a futuro (Bhattacherjee, 2001). Asimismo, puede ser vista como el deseo de volver a adquirir el servicio con la marca (Koppius et al., 2005).

La retención de clientes en servicios digitales ha capturado gradualmente los intereses de los investigadores y se cita como un medio para asegurar ventajas competitivas (Tsai y Huang, 2007; Zhang et al., 2011). El objetivo final de las empresas es lograr un uso continuo de sus productos o servicios por parte de sus consumidores (Homburg y Giering, 2001); en consecuencia, se están invirtiendo grandes cantidades de dinero y esfuerzo en encontrar estrategias innovadoras para cumplir con dicho objetivo (Thong et al., 2006). Por otro lado, la intención de continuar con el servicio de parte de los clientes permite a las empresas crear valor de marca constantemente (Bhattacherjee, 2001), reducir la incertidumbre (Pavlou, 2003) y contribuye a una mayor disposición a desarrollar una relación duradera en el entorno online (Pullman y Gross, 2004).

Según Karnouskos (2004), las marcas tecnológicas generan continuidad de uso por parte de sus clientes mediante la construcción del compromiso. Henderson et al. (2014) sostienen que el compromiso del cliente estimula estados psicológicos que alienta a la continuidad de uso de las marcas. Qing y Haios (2021) explican que cuando los consumidores adoptan emociones positivas relacionadas con la marca, se espera que desarrollen conexiones a largo plazo y las utilicen continuamente.

Se ha corroborado que el compromiso del consumidor tiene efectos positivos con la intención de continuidad de una marca en distintos campos como redes sociales (Calder et al., 2017; Wang et. al, 2021), retail online (Lim et. Al, 2021), e-commerce (Bridges y Florsheim, 2008) y aplicaciones móviles (Ryan y Jones, 2012). A partir de lo mencionado se postula la siguiente hipótesis:

H2: El compromiso del consumidor con el servicio de streaming tiene un efecto positivo en la continuidad de uso con la marca.

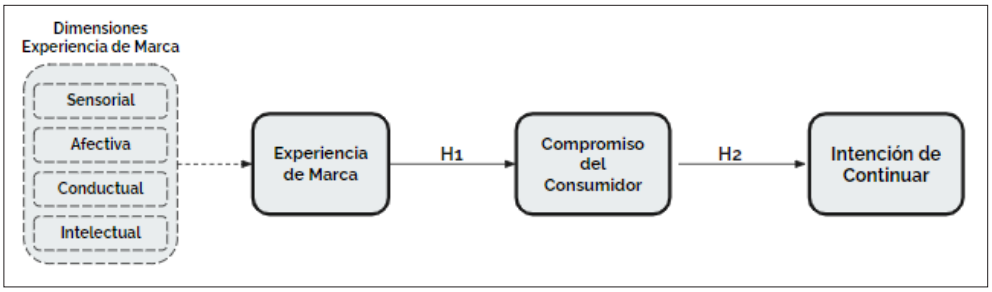


Figura 1 – Modelo Conceptual

3. Metodología

El tipo de estudio que se realizó fue cuantitativo y el tipo de muestreo, al no contar con una lista específica de usuarios de *streaming,* fue no probabilístico por conveniencia. La población para el estudio fueron personas que hayan sido usuarios de al menos una plataforma *streaming* como *Netflix, Amazon Prime Video, HBO Max, Disney Plus*, entre otros, en los últimos seis meses.

La recolección de datos se realizó de manera *online* del 6 de abril al 8 de mayo de 2022. Entre las ventajas de desarrollar la encuesta vía online se encuentran el bajo costo en comparación a otras técnicas y la capacidad de recolectar una importante cantidad de respuestas en un corto período de tiempo (Couper, 2000).

La muestra final estuvo compuesta por 377 personas de las cuales el 51% responde al sexo masculino y el 35% se encuentra en el rango de edad entre los 18 y 23 años. En relación a las preferencias de los encuestados con los distintos servicios de streaming, la mayoría respondió estar suscrito actualmente a tres servicios (38%), el servicio favorito o más usado es Netflix (52%) y los dispositivos preferidos para consumir sus contenidos de estas plataformas audiovisuales son PC/Laptop (48%).

Todas las medidas fueron adaptadas de investigaciones previas. La experiencia de marca y sus cuatro dimensiones (sensorial, afectiva, conductual e intelectual), con 12 ítems, han sido adaptados de Khan et al. (2020). El compromiso del consumidor, con 5 ítems, fue adaptado de Gupta y Singharia (2021). Por último, la intención de continuar con el servicio, con 4 ítems, fue adaptado de Pereira & Tam (2021). Todas las medidas se evaluaron utilizando una escala de Likert de 5 puntos que va desde un "1" para "Totalmente en desacuerdo" a un "5" para "Totalmente de acuerdo".

Se utilizó el modelo de ecuaciones estructurales (SEM) de mínimos cuadrados parciales (PLS) mediante el software SmartPLS 3.1 para el análisis de las hipótesis propuestas. Debido a que la experiencia de marca es un constructo multidimensional, se procedió a estudiar el modelo bajo un enfoque de dos etapas disociadas (*disjoint two-stage approach*), por lo que el análisis del modelo se desarrolló en 3 pasos (Sarstedt et al., 2019).

4. Resultados

4.1. Modelo de medición de primer orden

En primer lugar, para medir la fiabilidad individual de cada ítem, se analizaron las cargas externas por medio de los valores de Carmines y Zeller (1979) quienes indican que debe ser mayor o igual a 0.708 para ser aceptadas. Complementariamente, Hair et al. (2011) argumentan que los indicadores con cargas iguales o inferiores a 0.4 deberán ser eliminados del estudio, por lo tanto, se procedió a eliminar los ítems SEN2 y SEN 3. Posteriormente se volvió a correr el modelo y todos los indicadores correspondientes a las cargas externas se aceptan para el presente estudio. De igual modo, para analizar la fiabilidad del constructo, se utilizó el *Alfa de Cronbach*, el cual según Nunnally y Bernstein (1994) debería ser mayor o igual a 0.7 y la fiabilidad compuesta, la cual según Bagozzi y Yi (1988) debe ser mayor a 0.6 para ser considerada adecuada para la presente investigación. Como se puede observar en la Tabla N°1, los resultados de ambas métricas van desde 0.568 hasta el 0.872. Para la validez convergente, la cual indica si los ítems pertenecen a una sola variable, se utilizó la varianza media extraída (AVE). Según Hair et al. (2019), si el indicador es mayor o igual a 0.5 es aceptable, esto quiere decir que la variable explica al menos el 50% de la varianza de sus ítems. La Tabla N°1 presenta que todas las variables del estudio sobrepasan el 0.5.

Item	Cargas	Alfa	FC	AVE	VIF
AFE1	0.503				1.248
AFE2	0.766	0.615	0.762	0.527	1.318
AFE3	0.861				1.161
COND1	0.834				1.297
COND2	0.764	0.672	0.816	0.598	1.405
COND3	0.718				1.265
INT1	0.829				1.176
INT2	0.700	0.568	0.770	0.530	1.161
INT3	0.641				1.163
SEN1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
COM1	0.787				1.668
COM2	0.766				1.567
COM3	0.625	0.817	0.872	0.579	1.423
COM4	0.840				2.196
COM5	0.768				1.711
ICO1	0.780				1.528
ICO2	0.771	0.805	0.872	0.579	1.622
ICO3	0.831				1.805
ICO4	0.794				1.707

Tabla N° 1 – Análisis del modelo de primer orden

Respecto a la validez discriminante para el modelo de primer orden que se analizó a través del ratio HTMT y según lo que plantea Henseler et al. (2015), estas serán aceptadas siempre que presenten valores menores a 0.9. En ese sentido, Tabla N°2, comprueba la validez discriminante entre todas sus variables por cumplir de manera satisfactoria con estos parámetros.

	AFE	COM	COND	ICO	INT	SEN
AFE						
COM	0.376					
COND	0.603	0.457				
ICO	0.316	0.452	0.16			
INT	0.618	0.687	0.55	0.565		
SEN	0.344	0.267	0.373	0.117	0.325	

Tabla N° 2 – Validez discriminante del modelo de primer orden

4.2. Modelo de medición de orden superior

Respecto al análisis de fiabilidad y validez del modelo de orden superior, los resultados de las variables se mantienen sin alteraciones a excepción del *brand experience*, puesto que está ya ha sido fusionado a través de sus variables latentes. Tanto el Alfa de Cronbach como la fiabilidad compuesta presentan valores mayores a 0.600 y el indicador resultante del AVE está por encima del 0.5, comprobando la fiabilidad y validez del modelo de orden superior.

	Alfa	FC	AVE
BEX	0.672	0.797	0.500

Tabla N° 3 – Fiabilidad y validez del modelo de segundo orden

Respecto a la validez discriminante para el modelo de segundo orden, al igual que lo visto dentro de la tabla de primer orden, los valores aún se mantienen por debajo del máximo recomendado por Henseler et al. (2015), quien explica que los valores no deben de ser superiores a 0.90 en construcciones conceptuales similares (como lo son las de este trabajo de investigación). Por lo tanto, se concluye que el modelo de orden superior es viable y válido.

	BEX	COM	ICO
BEX			
COM	0.671		
ICO	0.388	0.452	

Tabla N° 4 – Validez discriminante del modelo de orden superior

4.3. Análisis del Modelo Estructural

Una vez que se analizó el modelo de primer orden, se procedió a evaluar el modelo estructural a través del uso del *bootstrapping* con 5,000 submuestras y un P valor menor a 0.05. Además, se evaluaron el coeficiente de determinación R2 y la relevancia predictiva Q2.

En primer lugar, para eliminar posibles problemas de multicolinealidad en el modelo estructural se utilizó el indicador VIF, el cual según Becker et al. (2015) debería estar cerca de 3 ó en valores aún menores. En el caso de la presente investigación, la Tabla N°1 afirma que no existen problemas de multicolinealidad en la presente investigación.

En cuanto a la capacidad explicativa del modelo, se encontró que el 14.2% de ICO está explicada por COM, y el 27.3% de COM está explicado por BEX. Finalmente, para investigar la relevancia predictiva se realizó un proceso de *Blindfolding* con una distancia de omisión de 7 a través de Q^2. Los resultados muestran valores de Q^2 de 0.155 para COM y de 0.085 para ICO indicando validez predictiva para el presente modelo.

Por último, en cuanto a la magnitud y significancia de los coeficientes de trayectoria, como se muestra en la Tabla N°5, se pudo comprobar que BEX y COM muestran un coeficiente de trayectoria de 0.522 y un P valor de 0.000, por lo cual se acepta la primera hipótesis. Posteriormente, la relación que se da entre COM e ICO, muestra un coeficiente de trayectoria de 0.377 y un P valor de 0.001, por lo cual se acepta la segunda hipótesis.

	(β)	Estadísticos t	P Valores	Hipótesis
BEX → COM	0.522	11.086	0.000	Aceptada
COM → ICO	0.377	5.794	0.001	Aceptada

Tabla N° 5 – Análisis del modelo estructural

5. Discusiones

El presente estudio ha generado un aporte hacia el conocimiento del consumidor dentro de los nuevos modelos de servicios de tecnología, específicamente dentro de las plataformas de streaming audiovisual, la cual es una industria que desde su aparición ha estado en constante crecimiento. En ese sentido, la investigación se centra en reconocer cómo, a través de la experiencia de marca, es posible generar un compromiso que tengan como finalidad la continuidad de uso con el servicio contratado por un período de tiempo determinado.

Adicionalmente, es preciso mencionar que la investigación se da en un ámbito geográfico muy poco utilizado para este tipo de estudios, como es el caso del mercado latinoamericano. Por esta razón, sería beneficioso en términos de investigación que se desarrollarán más estudios de este tipo en contextos culturales similares para poder contar con mayor información, de tal manera que se pueda contratar y obtener resultados más concisos en este tipo de estudios.

6. Conclusiones

Se evidenció que la experiencia de marca, influye en el compromiso real de los consumidores de manera positiva dentro las plataformas de streaming audiovisual, lo cual también ha sido comprobado por Simon y Tossan (2018) y Hsiao et al. (2016). Asimismo, el compromiso del consumidor también muestra una relación directa con la continuidad de uso en las plataformas de streaming audiovisual y esta relación también pudo ser comprobada por Calder et al. (2017), Wang et al. 2021) y Ryan y Jones (2012).

Por lo tanto, mientras las plataformas de streaming construyan una eficiente experiencia a través de los aspectos sensorial, afectivo, conductual e intelectual, van a generar la creación de valor por parte del usuario. Esta correcta construcción en la experiencia impactará de manera positiva en el compromiso del consumidor en la medida que el comportamiento del cliente en las comunidades en línea será beneficioso a través del boca a boca con la referencia de los contenidos de las plataformas y recomendaciones positivas.

Es así que, en relación al vínculo establecido entre un pleno compromiso del consumidor con la intención de continuar, es preciso resaltar que este puede exhibir una intención de continuidad con el servicio de marcas en línea debido al valor agregado generado, en su mayoría, a causa de mejoras tecnológicas implementadas en la plataforma (Bhattacherjee 2001).

7. Implicancias

En términos de implicaciones gerenciales, los resultados de la presente investigación han demostrado el valor positivo que tienen la experiencia y compromiso del consumidor en la continuidad de uso de las plataformas de streaming. Es por ello, que consideramos de suma importancia que los gerentes tomen conocimiento de las estrategias de marketing y puntos de mejora que podrían implementarse con el fin de brindarles a los usuarios el mejor servicio posible acorde a sus necesidades y expectativas.

Respecto al compromiso del consumidor con las empresas, el cual resultó como una variable concluyente para la intención de continuar con el servirlos cio, una sugerencia podría ser implementar un contenido "*premium*" exclusivo (por ejemplo: detrás de cámaras, escenas extras, entrevistas exclusivas de los actores, participación en concursos exclusivos, etc.) para aquellos usuarios que se convierten en fervientes seguidores de alguna serie, película, documental, etc. Para ello, primero se debería identificar a este grupo específico de usuarios a través de la misma plataforma o también a través de las redes sociales. De este modo, se generaría un compromiso de parte de los usuarios no solo con los contenidos que ven sino con la plataforma de streaming debido a que se sienten recompensados por fidelidad a la marca.

8. Limitaciones y futuras investigaciones

Como todos los estudios, la presente investigación presenta limitaciones a considerar por futuros autores. En primer lugar, concerniente a la generalización, es preciso

recalcar que la data obtenida para el análisis de las hipótesis planteadas fue a través de un muestreo por conveniencia. Asimismo, las respuestas vienen, en su mayoría, de un solo país: Perú, por lo que para futuros estudios, sería interesante explorar otras regiones (recomendablemente en Latinoamérica debido a la escasez de estudios de este tipo) con diferentes culturas y con una segmentación de edades más homogéneas. Asimismo, para el filtro de la encuesta se incluyó tanto a usuarios (personas que no pagan la membresía, pero tiene acceso al contenido) como suscriptores (personas que pagan la membresía). Para futuras investigaciones, sería interesante hacer un análisis multigrupo entre ambos segmentos para comparar resultados y observar qué tanto varía las exigencias o expectativas de los consumidores respecto al pago que realizan. Por último, para futuras investigaciones sería importante explorar diferentes variables como lealtad, disfrute, apego emocional a la marca, percepción del precio, valor percibido, entre otras, con el fin de explorar con un mayor alcance el porqué de las decisiones que toman los consumidores con servicios que se ofrecen de manera virtual.

Financiamiento:

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas / UPC-EXPOST- 2022-2

Agradecimiento:

A la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por el apoyo bridado para realización de este trabajo de investigación a través del incentivo UPC-EXPOST- 2022-2.

Referencias

Addis, M., & Holbrook, M. B. (2001). On the conceptual link between mass customisation and experiential consumption: an explosion of subjectivity. *Journal of Consumer Behaviour*, *1*(1), 50–66. https://doi.org/10.1002/CB.53

Ahn, J., & Back, K. J. (2018). Antecedents and consequences of customer brand engagement in integrated resorts. *International Journal of Hospitality Management*, *75*, 144–152. https://doi.org/10.1016/J.IJHM.2018.05.020

Auditya, A., & Hidayat, Z. (2021). Netflix in Indonesia: Influential Factors on Customer Engagement among Millennials' Subscribers. *Journal of Distribution Science*, *19*(1), 89–103. https://doi.org/10.15722/jds.19.1.202101.89

Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science 1988 16:1*, *16*(1), 74–94. https://doi.org/10.1007/BF02723327

Becker, J. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., & Völckner, F. (2015). How collinearity affects mixture regression results. *Marketing Letters*, *26*(4), 643–659. https://doi.org/10.1007/s11002-014-9299-9

Berthon, P., Pitt, L., Parent, M., & Berthon, J. P. (2009). Aesthetics and ephemerality: Observing and preserving the luxury brand. *California Management Review*, *52*(1). https://doi.org/10.1525/CMR.2009.52.1.45

Bhattacherjee, A. (2001). An empirical analysis of the antecedents of electronic commerce service continuance. *Decision Support Systems*, *32*(2), 201–214. https://doi.org/10.1016/S0167-9236 (01)00111-7

Bilgihan, A., Kandampully, J., & Zhang, T. (Christina). (2016). Towards a unified customer experience in online shopping environments: Antecedents and outcomes. *International Journal of Quality and Service Sciences*, *8*(1), 102–119. https://doi.org/10.1108/IJQSS-07-2015-0054/FULL/PDF

Bolton, R. N., Parasuraman, A., Hoefnagels, A., Migchels, N., Kabadayi, S., Gruber, T., Loureiro, Y. K., & Solnet, D. (2013). Understanding Generation Y and their use of social media: A review and research agenda. *Journal of Service Management*, *24*(3), 245–267. https://doi.org/10.1108/09564231311326987

Brakus, J. J., Schmitt, B. H., & Zhang, S. (2008). Experiential attributes and consumer judgments. *Handbook on Brand and Experience Management*, 174–187. https://doi.org/10.4337/9781848446151.00022

Bridges, E., & Florsheim, R. (2008). Hedonic and utilitarian shopping goals: The online experience. *Journal of Business Research*, *61*(4), 309–314. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2007.06.017

Brodie, R. J., Ilic, A., Juric, B., & Hollebeek, L. (2013). Consumer engagement in a virtual brand community: An exploratory analysis. *Journal of Business Research*, *66*(1), 105–114. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.07.029

Calantone, R. J., Di Benedetto, A., & Rubera, G. (2018). Launch activities and timing in new product development. *Journal of Global Scholars of Marketing Science*, *28*(1), 33–41. https://doi.org/10.1080/21639159.2017.1410771

Calder, B. J., Hollebeek, L. D., & Malthouse, E. C. (2017). Creating stronger brands through consumer experience and engagement. *Customer Engagement Marketing*, 221–242. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61985-9_10/COVER

Carmines, E. G., & Zeller, R. A. (1979). Reliability and Validity Assessment (Vol. 17). Thousand Oaks, CA: Sage. https://doi.org/10.4135/9781412985642

Couper, M. P. (2000). Web surveys: A review of issues and approaches. *Public Opinion Quarterly*, *64*(4), 464–494. https://doi.org/10.1086/318641

Gentile, C., Spiller, N., & Noci, G. (2007). How to Sustain the Customer Experience: An Overview of Experience Components that Co-create Value With the Customer. *European Management Journal*, *25*(5). https://doi.org/10.1016/j.emj.2007.08.005

Gummerus, J., Liljander, V., Weman, E., & Pihlström, M. (2012). Customer engagement in a Facebook brand community. *Management Research Review*, *35*(9), 857–877. https://doi.org/10.1108/01409171211256578

Gupta, G., & Singharia, K. (2021). Consumption of OTT Media Streaming in COVID-19 Lockdown: Insights from PLS Analysis. *Vision*, *25*(1), 36–46. https://doi.org/10.1177/0972262921989118

Habib, S., Hamadneh, N. N., Al wadi, S., & Masadeh, R. (2021). Computation analysis of brand experience dimensions: Indian online food delivery platforms. *Computers, Materials and Continua*, *67*(1), 445–462. https://doi.org/10.32604/cmc.2021.014047

Hair, J., Ringle, C. and Sarstedt, M. (2011) PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. Journal of Marketing Theory and Practice, 19, 139-151. https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202

Hair, J.F., Risher, J.J., Sarstedt, M. and Ringle, C.M. (2019), "When to use and how to report the results of PLS-SEM", European Business Review, Vol. 31 No. 1, pp. 2-24. https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203

Hayes, D., & MacLeod, N. (2007). Packaging places: Designing heritage trails using an experience economy perspective to maximize visitor engagement. *Journal of Vacation Marketing*, *13*(1), 45–58. https://doi.org/10.1177/1356766706071205

Henderson, C. M., Steinhoff, L., & Palmatier, R. W. (2014). Consequences of Customer Engagement: How Customer Engagement Alters the Effects of Habit- , Dependence- , and Relationship-Based Intrinsic Loyalty. *Marketing Science Institute Working Paper Series 2014*, *Report 14*-(14–121), 1–38.

Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *43*(1), 115–135. https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8

Holbrook, M. B., & Hirschman, E. C. (1982). The Experiential Aspects of Consumption: Consumer Fantasies, Feelings, and Fun. *Journal of Consumer Research*. https://doi.org/10.1086/208906

Hollebeek, L. D., & Macky, K. (2019). Digital Content Marketing's Role in Fostering Consumer Engagement, Trust, and Value: Framework, Fundamental Propositions, and Implications. *Journal of Interactive Marketing*, *45*(2019), 27–41. https://doi.org/10.1016/j.intmar.2018.07.003

Homburg, C., & Giering, A. (2001). Personal characteristics as moderators of the relationship between customer satisfaction and loyalty - An empirical analysis. *Psychology and Marketing*, *18*(1), 43–66. https://doi.org/10.1002/1520-6793

Hsiao, C. H., Chang, J. J., & Tang, K. Y. (2016). Exploring the influential factors in continuance usage of mobile social Apps: Satisfaction, habit, and customer value perspectives. *Telematics and Informatics*, *33*(2), 342–355. https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.08.014

Javornik, A. (2016). 'It's an illusion, but it looks real!' Consumer affective, cognitive and behavioural responses to augmented reality applications. *Journal of Marketing Management*, *32*(9–10), 987–1011. https://doi.org/10.1080/0267257X.2016.1174726

Joshi, H. Digital Media: Rise of On-Demand Content (Rep.). Deloitte, 2015. (Accessed 12 February 2022).

Karnouskos, S. (2004). Mobile payment: A journey through existing procedures and standardization initiatives. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, *6*(4), 44–66. https://doi.org/10.1109/comst.2004.5342298

Khan, I., Fatma, M., Kumar, V., & Amoroso, S. (2021). Do experience and engagement matter to millennial consumers? *Marketing Intelligence and Planning*, *39*(2), 329–341. https://doi.org/10.1108/MIP-01-2020-0033

Khan, I., Hollebeek, L. D., Fatma, M., Islam, J. U., & Rahman, Z. (2020). Brand engagement and experience in online services. *Journal of Services Marketing*, *34*(2), 163–175. https://doi.org/10.1108/JSM-03-2019-0106

Kim, D. J., Ferrin, D. L., & Rao, H. R. (2008). A trust-based consumer decision-making model in electronic commerce: The role of trust, perceived risk, and their antecedents. *Decision Support Systems*, *44*(2), 544–564. https://doi.org/10.1016/J.DSS.2007.07.001

Kim, J. H., Ritchie, J. R. B., & McCormick, B. (2012). Development of a scale to measure memorable tourism experiences. *Journal of Travel Research*, *51*(1), 12–25. https://doi.org/10.1177/0047287510385467

Koppius, O., Speelman, W., Stulp, O., Verhoef, B., & Van Heck, E. (2005). Why are customers coming back to buy their airline tickets online? Theoretical explanations and empirical evidence. *ACM International Conference Proceeding Series*, *113*, 319–326. https://doi.org/10.1145/1089551.1089611

Lim, X. J., Cheah, J. H., Ng, S. I., Basha, N. K., & Soutar, G. (2021). Will you stay or will you go? The effects anthropomorphism presence and the marketing mix have on retail app continuance use intention. *Technological Forecasting and Social Change*, *168*(March), 120763. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120763

Merrilees, B. (2016). Interactive brand experience pathways to customer-brand engagement and value co-creation. *Journal of Product and Brand Management*, *25*(5), 402–408. https://doi.org/10.1108/JPBM-04-2016-1151/FULL/PDF

Nunnally, J.C. and Bernstein, I.H. (1994) The Assessment of Reliability. Psychometric Theory, 3, 248-292. https://doi.org/10.1177/073428299901700307

Nysveen, H., Pedersen, P. E., & Skard, S. (2012). Brand experiences in service organizations: Exploring the individual effects of brand experience dimensions. *Journal of Brand Management*, *20*(5), 404–423. https://doi.org/10.1057/bm.2012.31

Pansari, A., & Kumar, V. (2017). Customer engagement: the construct, antecedents, and consequences. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *45*(3), 294–311. https://doi.org/10.1007/s11747-016-0485-6

Pavlou, P. A. (2003). Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. *International Journal of Electronic Commerce*, *7*(3), 101–134. https://doi.org/10.1080/10864415.2003.11044275

Pereira, R., & Tam, C. (2021). Impact of enjoyment on the usage continuance intention of video-on-demand services. *Information and Management*, *58*(7), 103501. https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103501

Pullman, M. E., & Gross, M. A. (2004). Ability of experience design elements to elicit emotions and loyalty behaviors. *Decision Sciences*, *35*(3). https://doi.org/10.1111/j.0011-7315.2004.02611.x

Qing, T., & Haiying, D. (2021). How to achieve consumer continuance intention toward branded apps—from the consumer–brand engagement perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *60*(February), 102486. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102486

Ryan, D., Jones, C., 2012. The Best Digital Marketing Campaigns: Mastering the Art of Customer Engagement. Kogan Page Ltd, London, UK.

Şahin, A., Zehir, C., & Kitapçi, H. (2011). The effects of brand experiences, trust and satisfaction on building brand loyalty; an empirical research on global brands. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *24*, 1288–1301. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.09.143

Santos, M., & Schlesinger, W. (2021). When love matters. Experience and brand love as antecedents of loyalty and willingness to pay a premium price in streaming services. *Spanish Journal of Marketing - ESIC*, *25*(3), 374–391. https://doi.org/10.1108/SJME-11-2020-0201/FULL/PDF

Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J. H., Becker, J. M., & Ringle, C. M. (2019). How to specify, estimate, and validate higher-order constructs in PLS-SEM. *Australasian Marketing Journal*, *27*(3), 197–211. https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2019.05.003

Sashi, C. M. (2012). Customer engagement, buyer-seller relationships, and social media. *Management Decision*, *50*(2), 253–272. https://doi.org/10.1108/00251741211203551

Schmitt, B.H. (1999) Experiential Marketing. Journal of Marketing Management, 15, 53-67. http://dx.doi.org/10.1362/026725799784870496

Simon, F., & Tossan, V. (2018). Does brand-consumer social sharing matter? A relational framework of customer engagement to brand-hosted social media. *Journal of Business Research*, *85*(December 2017), 175–184. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.050

Statista (2022) Netflix en Estados Unidos y Europa - Datos Estadísticos. https://es.statista.com/temas/3682/netflix-en-estados-unidos-y-europa/#dossierKeyfigures

Thong, J. Y. L., Hong, S. J., & Tam, K. Y. (2006). The effects of post-adoption beliefs on the expectation-confirmation model for information technology continuance. *International Journal of Human Computer Studies*, *64*(9), 799–810. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2006.05.001

Tsai, H. T., & Huang, H. C. (2007). Determinants of e-repurchase intentions: An integrative model of quadruple retention drivers. *Information and Management*, *44*(3), 231–239. https://doi.org/10.1016/j.im.2006.11.006

Van Doorn, J., Lemon, K. N., Mittal, V., Nass, S., Pick, D., Pirner, P., & Verhoef, P. C. (2010). Customer engagement behavior: Theoretical foundations and research directions. *Journal of Service Research*, *13*(3), 253–266. https://doi.org/10.1177/1094670510375599

Vlassis, A. (2021). Global online platforms, COVID-19, and culture: The global pandemic, an accelerator towards which direction? *Media, Culture and Society*, *43*(5), 957–969. https://doi.org/10.1177/0163443721994537

Wang, K., Tai, J. C. F., & Chang, H. L. (2021). Influences of place attachment and social media affordances on online brand community continuance. In *Information Systems and e-Business Management* (Vol. 19, Issue 2). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/s10257-019-00418-7

Zhang, M., Guo, L., Hu, M., & Liu, W. (2017). Influence of customer engagement with company social networks on stickiness: Mediating effect of customer value creation. *International Journal of Information Management*, *37*(3), 229–240. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.010

Zhang, Y., Fang, Y., Wei, K. K., Ramsey, E., McCole, P., & Chen, H. (2011). Repurchase intention in B2C e-commerce - A relationship quality perspective. *Information and Management*, *48*(6), 192–200. https://doi.org/10.1016/j.im.2011.05.003

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

Recebido/Submission: 15/12/2022
Aceitação/Acceptance: 20/03/2023

Procesos Creativos para el aprendizaje del Diseño: análisis del referente y geometrización en software de diseño

Elizabeth K. Morales-Urrutia[1], Jorge Luis Santamaría Aguirre [2], Edisson Viera Alulema[3], Juan Paredes Chicaiza[4]

ek.morales@uta.edu.ec; jl.santamaria@uta.edu.ec; edviera@uta.edu.ec; juan.paredes@uta.edu.ec

[1] Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Ec182020, Ambato, Ecuador

[2] Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Ec182020, Ambato, Ecuador

[3] Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Ec182020, Ambato, Ecuador

[4] Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Ec182020, Ambato, Ecuador

Pages: 68-79

Resumen: El presente estudio establece un método de asimilación de la forma mediante una estrategia metodológica práctica para el aprendizaje de software especializado en diseño. La metodología combina diferentes técnicas didácticas con un alto impacto visual y recursos tecnológicos basados en nuevos modelos pedagógicos para el aula. Los momentos del proceso con llevan un alto grado de participación del estudiante, siendo estos: 1) **Réplica**. Práctica de repetición en clase mediante el uso de herramientas para la creación de formas, basado en interacciones de operaciones entre elementos, permitiendo el desarrollo de la percepción mental de la forma y el pensamiento espacial del objeto (combinaciones básicas). 2) **Apropiación**: asimilación de formas y comprensión del contexto, de su utilización, aplicación de todas las posibilidades que las herramientas de dibujo y creación vectorial permiten para la construcción de formas complejas (construcción avanzada), y 3) **Descontextualización**: se enfoca en propuestas cimentadas en procesos proyectuales donde la creatividad es el eje; la geometrización y la abstracción son requerimientos para que el estudiante trabaje con formas precisas y optimizadas (deconstrucción de ideas propias). En el presente estudio, los estudiantes han llegado a un proceso simplificado de construcción de formas debido al estímulo del pensamiento para mejorar la percepción de elementos básicos en la generación de nuevas ideas formales por medio de la utilización adecuada de software vectorial.

Palabras-clave: Forma, creatividad, construccio´n, deconstruccio´n, percepcio´n mental, Software vectorial.

Creative processes for learning Design: referent analysis and geometrization in design software

Abstract: This study establishes a method for the assimilation of form through a practical methodological strategy for learning specialized design software. The methodology combines different didactic techniques with a high visual impact and technological resources based on new pedagogical models for the classroom. The moments of the process with a high degree of student participation are: 1) Replication. Repetition practice in class through the use of tools for the creation of shapes, based on interactions of operations between elements, allowing the development of mental perception of the shape and spatial thinking of the object (basic combinations). 2) Appropriation: assimilation of forms and understanding of the context of their use, application of all the possibilities that drawing and vectorial creation tools allow for the construction of complex forms (advanced construction), and 3) Decontextualization: focuses on proposals based on project processes where creativity is the axis; geometrization and abstraction are requirements for the student to work with precise and optimized forms (deconstruction of own ideas). In the present study the students have reached a simplified process of form construction due to the stimulation of thought to improve the perception of basic elements in the generation of new formal ideas through the appropriate use of vector software.

Keywords: Form, creativity, construction, deconstruction, mental perception, vector software.

1. Introducción

El perfil del profesional de diseñador gráfico conlleva además del enfoque artístico natural de las carreras proyectuales, una alta carga de conocimiento sobre el contexto social, comercial, medios, tecnología y empresa (Friedman, 2000, pp.9-12), además debe ser capaz de encontrar problemas en esos contextos y de dar soluciones comunicacionales efectivas. Logradas con técnica y creatividad, para llegar un objetivo de comunicación. Se debe entender que el diseño se lo mira como un valor agregado que debe brindar un fin práctico y efectivo en el público objetivo, para el Design Council(2022) en su estudio sobre las habilidades del diseñador, establece la necesidad de potenciar las enfocadas en destrezas artísticas y tecnológicas, entendiéndose que estas son las que permiten materializar la comunicación visual en sus proyectos.

Estos criterios son relevantes, ya que en los últimos años el manejo de la inteligencia artificial a través de la internet y aplicaciones, ha permitido que se democratice su uso con fines de ocio, con resultados visuales impactantes y cada vez más atractivos para las personas (Nuha et al., 2022).

El perfil profesional buscado en el diseñador graduado se basa en capacidades para abstraer formalmente ideas que mediante metáforas representen las ideas. Para esto es necesario la práctica mediante ejercicios de manejo de formas básicas y su organización lógica, a fin de lograr, a través de la superposición, adición o sustracción de formas, una propuesta simple, pero funcional. El contraste es necesario a fin de obtener una silueta definida y entendible para el observador, donde se maneja la simplicidad y buena forma. Dentro de las composiciones el uso de espacio neutro que permite destacar la forma que comunica, pero también las formas básicas pueden construir composiciones modulares o texturas que se distribuyen en el espacio o dinamizan las formas que los contiene.

Dada la importancia que se debe dar a la formación estudiantil en los diferentes niveles educativos, evitando caer en procesos simples y la copia, es necesario que los estudiantes aprendan a pensar y no solo ejecutar (Olaizola, 2007), esto nos lleva a considerar que el uso de herramientas informáticas en los procesos de formación son importantes, porque no solo deben estar enfocados a desarrollar destrezas manuales, sino también se debe desarrollar destrezas mentales que permitan a los estudiantes aprender a pensar y pese a que debería estar inmerso en los procesos educativos no siempre lo estan, los métodos educativos y las estrategias didácticas utilizadas dentro y fuera del aula permiten el desarrollo potencial creativo que genere un conjunto de ideas propias.

En el presente estudio se ha realizado varias prácticas en el aula donde se aborda la problemática de la creación de gráficos vectoriales por medio de la correcta utilización del Software para ello se han analizado estrategias didácticas que permitan la apropiación del conocimiento basado en el análisis de las cualidades morfológicas y expresivas además del empleo de operaciones de formas por medio de la composición gráfica y de la construcción de diversos objetos. Así también, se ha tomado como referencia el amplio repertorio de proyectos que Paul Rand quien aportó al diseño gráfico, siendo sus formas y composiciones simples, con contrastes fuertes, lo que permite comprender las funciones del software desde la teoría y como referente visual.

La orientación de la asignatura está dirigida al desarrollo de ejercicios prácticos de Diseño Gráfico, donde se aplica las herramientas de software vectorial bajo un proceso metodológico didáctico que consiste en la réplica de los objetos por medio del redibujo, la apropiación por medio de recursos didácticos y estrategias como la gamificación que permiten un aprendizaje significativo (Parra y Torres, 2018) basado en una retroalimentación en los estudiantes por medio del juego y la descontextualización que busca que el estudiante proponga propuestas creativas por medio de la utilización del software.

Como guía de este proyecto se toma la obra de Paul Rand (1914-1996), que es reconocida por su aporte al diseño gráfico y un buen referente sobre la construcción de formas como elementos para un mensaje visual, funcional y de nivel de abstracción notable. Bader (2015, p.22) citando a Paul Rand establece que “es importante usar las manos. Eso es lo que nos distingue de una vaca o de un informático”; esta postura se centra en el proceso creativo de bocetaje. Los trabajos destacan en gran medida por su simplicidad y eficiencia para comunicar, creó la identidad de empresas como: International Business Machines Corporation (IBM), Westinghouse, United Parcel Service (UPS), American Broadcasting Company (ABC), entre otros.

En la construcción de diseños se destaca la representación visual mediante el uso de las formas geometrías básicas, el contraste fuerte y la armonía simple, que dan como resultante vun diseño depurado, estético y funcional. Para Paul Rand el manejo de estas estructuras de forma eficiente, permite la creación de composiciones compactas.

2. Trabajos Relacionados

El trabajo de Aguilar-Moreno (2022) establece una clara necesidad de sistematizar y abordar desde varios flancos la enseñanza del dibujo para diseño; donde conjuga

la teoría con la práctica, con ejemplos y tutorías, basando este proceso en el aprendizaje basado en proyectos, con un objetivo claro, que busca la mejora en las destrezas del alumnado.

Bisbe (2022) plantea la problemática del estrés en los estudiantes como un factor a tener en cuenta en centros educativos, por tanto, es necesario reducir la carga generada por la sobrecarga de trabajo, los plazos y el tiempo personal. En este sentido, se deben buscar alternativas que cumplan con el requisito de proceso de aprendizaje, pero que reduzca significativamente las presiones por la ejecución y el cumplimiento de los proyectos académicos (Perdomo et al., 2022).

La propuesta base de referencia es el diseñado para la empresa International Business Machines (IBM), donde Paul Rand propuso su programa de identidad (Figura 1). Las siglas propuestas se forman de una fuente tipográfica de la familia de las egipcias donde se las segmenta por franjas y se sustraen filas alternas.



Figura 1 – Proyectos de identidad de International Business Machines (IBM) 1956. Fuente: Landscape Products Co., Ltd. (2002, p.23)

El pictograma Eye Bee M diseñado por Rand en 1981, establece un ejercicio creativo en la imagen de la empresa (Harwood, 2011, p.221). Donde el cartel publicitario expone esta idea con un juego de lenguaje y simbolismo básico, pero funcional (Figura 2). La propuesta cargada de analogías posee dinamismo y contrastes fuertes en un juego de conceptos que sé asocial a las siglas de la empresa. De lo mencionado se sustenta la validez del trabajo de Paul Rand como guía del aprendizaje del diseño a través de destrezas artísticas y herramientas de software especializado.

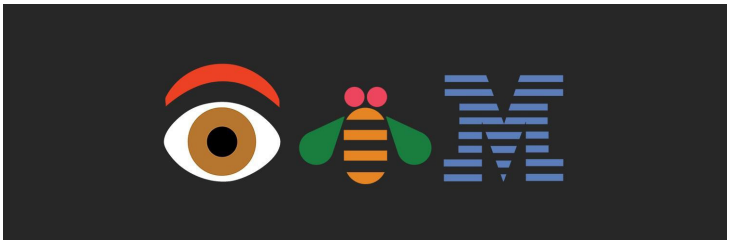


Figura 2 – Detalle del cartel Eye Bee M diseñado por Paul Rand.
Fuente: https://collection.cooperhewitt.org/objects/18695343/

Como primeros ejercicios en el proceso de aprendizaje se puede tomar como referencia la propuesta de Rand y llevar a la práctica acciones y herramientas que se aplican en el software de diseño con el fin de lograr que el estudiante encuentre su camino para la

construcción de este. Mediante una presentación explicativa, teórica y que finalice en la práctica, el estudiante puede comprender la geometrización de los elementos y además, asimilar los elementos básicos con los que está constituido cada pictograma.

En el aspecto técnico, la construcción de pictogramas puede lograr mediante la disposición de figuras geométricas o trazos que sirvan de guía para la aplicación de operaciones básicas como adición, sustracción, intersección, etc.; siendo esta, una forma práctica y sencilla para comprender cómo los procedimientos manuales se replican en el software de diseño (Figura 3).

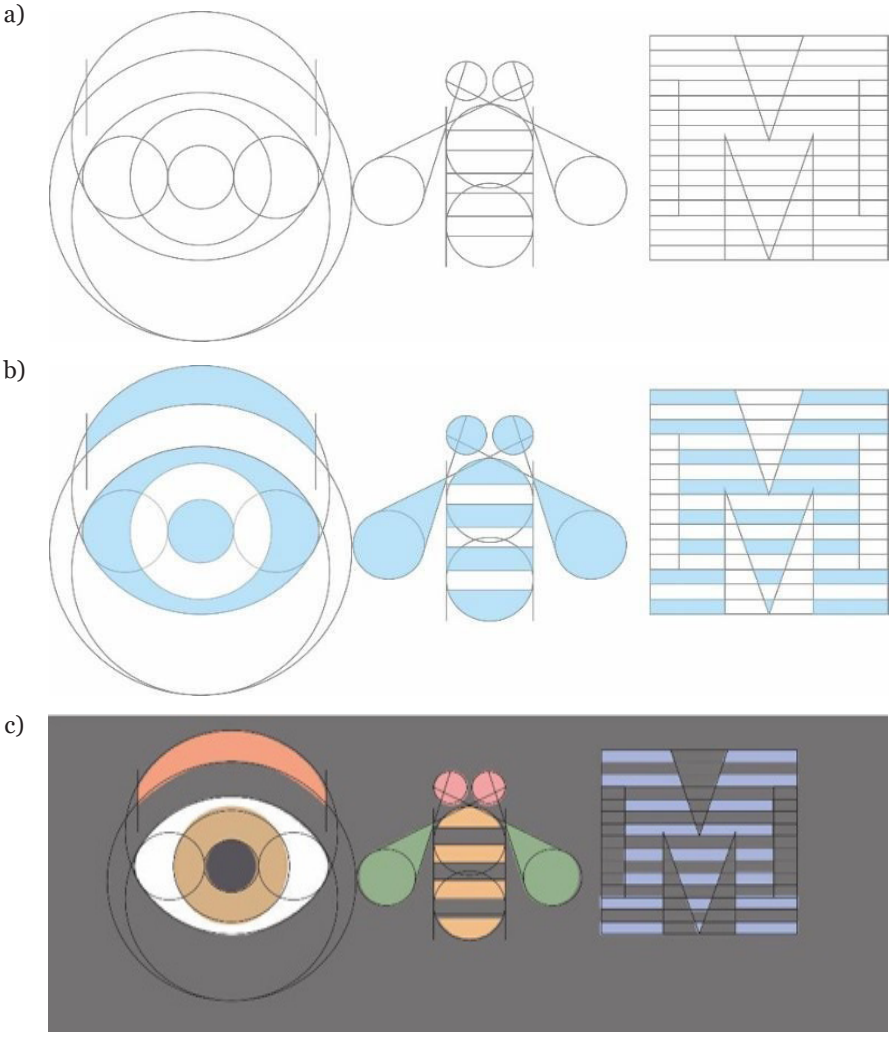


Figura 3 – Proceso de réplica y geometrización en software de diseño: a) redibujar la figura, b) definir las operaciones básicas para construir las formas; c) definir las formas.

La segmentación permite generar las franjas encontradas en los pictogramas, mientras que objetos más complejos se logran mediante la adición y sustracción; para el resto de figuras es necesario el uso de círculos, triángulos o rectángulos como complementos.

3. Metodología

El proceso metodológico de enseñanza aprendizaje propuesto para este estudio está dirigido a la formación inicial del manejo de software vectorial con la finalidad de que los estudiantes estén en la capacidad de utilizar herramientas vectoriales para dar solución a propuestas gráficas por medio de la práctica.

La metodología consta de tres momentos, la **réplica, apropiación y descontextualización,** estos permiten a los estudiantes explorar las cualidades morfológicas y expresivas de las formas, además de identificar las operaciones aplicables para crear composiciones gráficas, esta metodología busca maximizar el acercamiento del estudiante hacia la comprensión espacial y visual de elementos bidimensionales y tridimensionales, para que luego puedan ser representados en el software vectorial, esta metodología busca que el estudiante en un primer momento tenga el apoyo visual gráfico de un referente existente y posterior a ello puede realizar una creación propia. Para la aplicación de la metodología en el proceso de enseñanza de software se trabaja con la estrategia metodológica de la gamificación, la cual permite generar un entorno positivo y dinámico, dentro de este proceso de aprendizaje se busca apoyar al proceso creativo del estudiante mediante ejercicios con la finalidad que se asimilen y refuercen con el uso de la herramienta.

Descripción de la metodología

Replica

En esta etapa por medio de la aplicación de las herramientas de software vectorial se lleva a efecto él redibujo de imágenes, con este proceso se busca romper las estructuras mentales que los estudiantes manejan por medio de actividades como la observación, el análisis y la reflexión en el aprendizaje de la herramienta.

Apropiación

En esta etapa se plantea la inclusión de la estrategia metodológica de gamificación en la cual los estudiantes tienen que identificar la formas que constituyen las imágenes y en un tiempo determinado deben contestar las formas que constituyen las imágenes en una aplicación móvil de gamificación, en este momento de la metodología se describe los elementos constructivos de la imagen, se complementa con la experiencia de la gamificación dinamizando así la interiorización de saberes.

Decontextualización

Para el tercer momento se busca que los estudiantes generen nuevas propuestas, buscando expresar un mensaje, una idea, por medio de la reinvención de la imagen mediante la geometrización y aplicación de un estilo propio extraído de la imagen original utilizando software vectorial.

En la figura 4 se observa lo descrito a detalle.

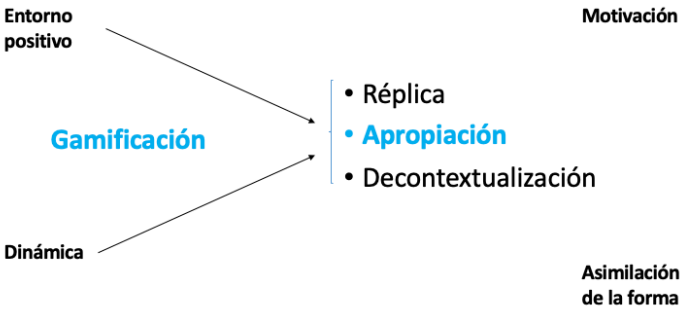


Figura 4 – Esquema representativo de la metodología

4. Propuesta

La aplicación de la metodología se la ha realizado en el semestre abril – septiembre 2022 en esta primera parte del estudio se llevará a cabo la aplicación de la metodología con la finalidad de potenciar la aplicación e interiorización del software vectorial en la asignatura de software de diseño e ilustración en la carrera de Diseño Gráfico de la Facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad Técnica de Ambato, para la experiencia se ha trabajado con 34 estudiantes.

La aplicación de la metodología en la enseñanza de software especializado en diseño, tiene la finalidad de que los estudiantes estén en la capacidad de utilizar la herramienta vectorial basada en trazos de curvas Bézier logradas a través de cálculos matemáticos en el software, este los representa de forma sencilla en una interfaz dinámica y adecuada para el trabajo creativo de diseño.

Para el trabajo en el aula se recurre a la práctica y aplicación de la metodología planteada, la cual busca la exploración de las cualidades morfológicas y expresivas de los objetos e imágenes de referencia y las operaciones de composición gráfica implícitas en las mismas.

Acontinuación se detalla paso a paso la aplicación de la metodología en una clase y los resultados gráficos obtenidos

En la primera etapa del estudio se aborda la **réplica** por medio de la aplicación de las herramientas del software vectorial en él redibujo de imágenes, con este proceso se pretende romper las estructuras mentales que los estudiantes manejan por medido de la aplicación del software de diseño; de acuerdo a en la actualidad el mundo se encuentra dominado por imágenes, y a su vez estas representan ideas y conceptos, que buscan comunicar el pensamiento que las generan; por lo tanto, en el proceso educativo es importante aprender a reconocer y ayudar al estudiante a desarrollar la capacidad analítica de la imagen además de brindarle mecanismos de conceptualización

que le permitan generar ideas y pensamientos propios a partir del uso de códigos de comunicación tanto visual como escrito.

En el proceso formativo, los diagramas y bocetos pueden ser herramientas importantes para aproximarse por medio del dibujo a la compresión de conceptos e ideas abstractas, complementando así los códigos de la información que se manejan en los nuevos medios.

En esta etapa se presentó a los estudiantes una imagen compuesta por formas básicas, ovoidales, rectangulares y triangulares; las instrucciones consistían en repetir la imagen de forma manual en una hoja de papel, tomando en cuenta el número de figuras básicas con las que ellos podrían completar la figura expuesta, para así poder pasarlo al computador, replicando la forma mediante la observación, evitando convertirlo en imagen, dado que el propósito de esta etapa es lograr una forma similar a la representada en la hoja de papel. El proceso se presenta a continuación en la Figura 5:

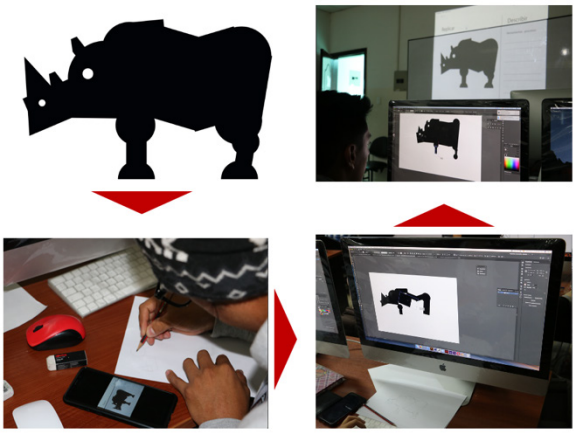
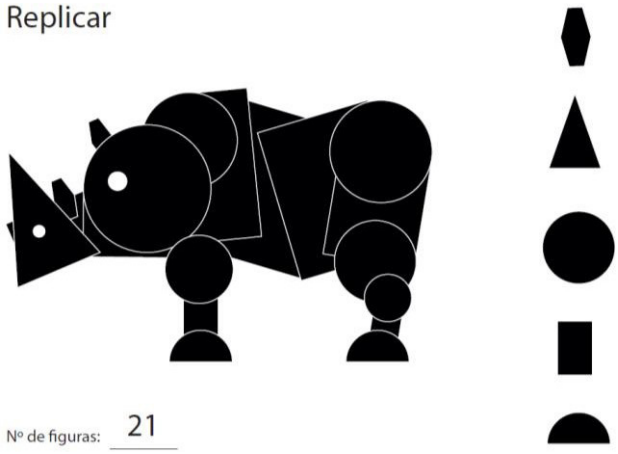


Figura 5 – Proceso de réplica

En la Figura 5 se parte con: 1) una representación gráfica sencilla zoomorfa compuesta con figuras geométricas básicas; 2) los estudiantes observan la representación zoomorfa y la dibujan con lápiz en una hoja de papel; 3) la hoja de papel y la memoria del estudiante sirven como guía para replicar la figura animal en el software de diseño, mediante la superposición de figuras básicas construyen una figura practicando la distribución espacial y proporciones.

En el segundo momento de la metodología **la apropiación** se trabajó con la estrategia didáctica de la gamificación para lo cual se les preguntó a los estudiantes con cuantas formas básicas podrían representar la figura proyectada (un rinoceronte); los estudiantes podían dar a conocer la solución a la que llegaron, por medio de la aplicación gamificadora kahoot, en la cual por medio de un cuestionario con un contador de tiempo, los estudiantes respondieron y ganaron puntos por su rapidez mental; con esta actividad se logra un ambiente dinámico motivado no solo por la aprobación del test, sino por la posición que el estudiante logra acu mular puntos, emulando un juego, como se observa en la figura 6 .

Resultado del numero de figuras



Resultado del numero de figura

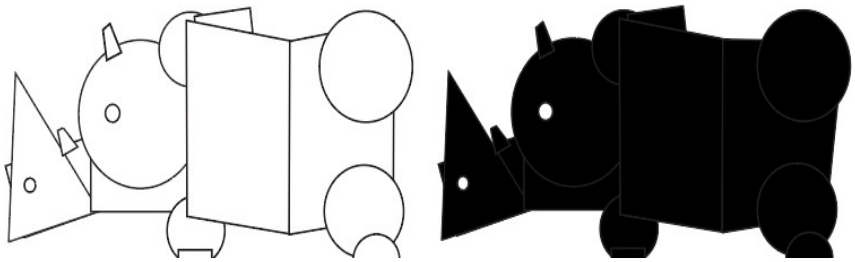


Figura N 6 – representación del rinoceronte por medio de la utilización de formas básicas

Al aplicar el último momento de la metodología se busca que el estudiante cree una propuesta propia y diferente mediante el uso de una imagen como referente, aquí podrán aplicar los conocimientos aprendidos mediante el software de diseño, como se observa en la figura 7.

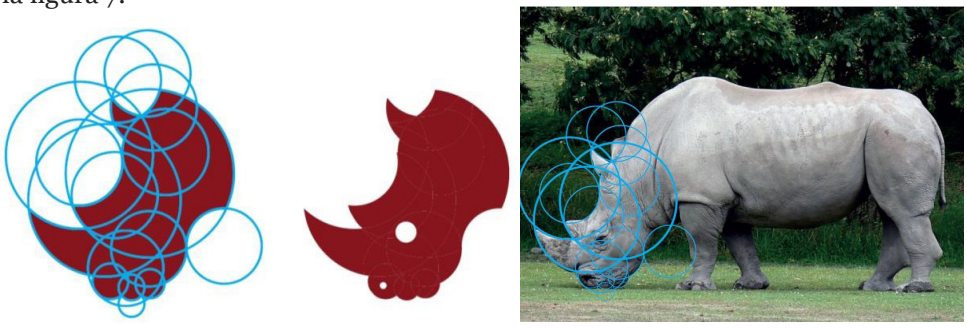


Figura 7 – Proceso de apropiación.

5. Resultado

A partir de la explicación de la metodología y la realización de las prácticas con los estudiantes. Se les ha solicitado seleccionar una foto de su mascota con la que mantengan un nexo emocional, a fin de representar su forma mediante la geometrización de sus rasgos característicos; para esto se utilizan figuras geométricas básicas que se agrupan o superponen resaltando rasgos característicos y formando siluetas. La geometrización la realizan en primer lugar de forma manual para luego pasar al software de diseño y vectorizarla, se ha determinado en el transcurso de este proceso la importancia de la representación manual para dar paso a la aplicación de las herramientas de software; el dibujo manual les permite a los estudiantes recoger el pensamiento escrito y dibujado del estudiante en un elemento concreto, con lo cual, se puede captar el verdadero proceso de análisis, reflexión y comprensión del entorno, al producto resultante del proyecto planteado, tomando en cuenta la familiaridad de la imagen y, por tanto, una mayor facilidad de reconocer y exaltar características de la mascota.

Como soluciones de este proceso se obtuvieron propuestas creativas de abstracción, que resultaron funcionales y dieron solución al problema planteado como se muestra a continuación en las siguientes Figuras 8 y 9

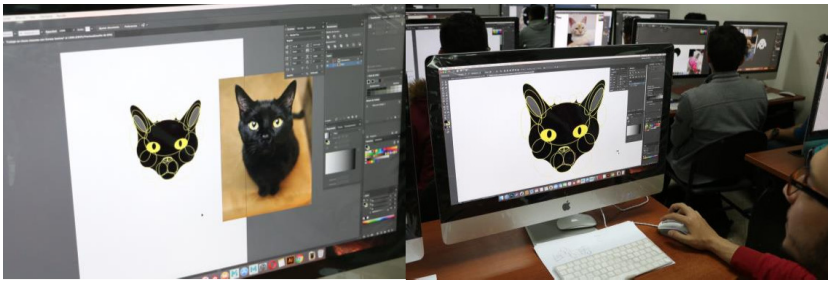


Figura 8 – Representación en el software de diseño

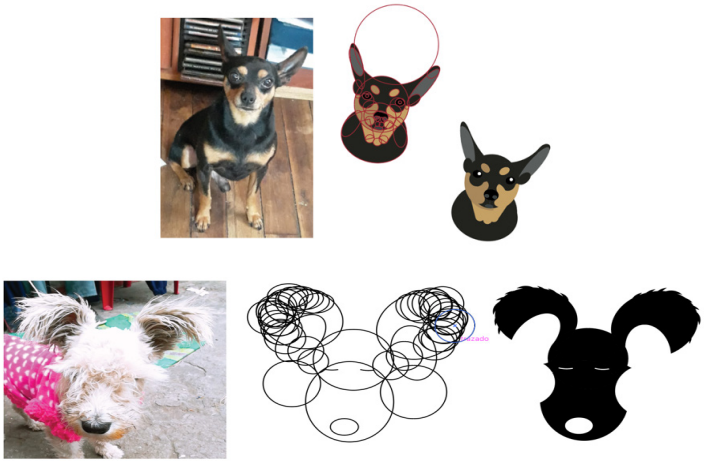


Figura 9 – Ejemplos de representación de mascotas.

6. Conclusiones

El uso adecuado de estrategias didácticas han permitan la apropiación del conocimiento por medio del análisis de las cualidades morfológicas y expresivas de las fotos en estudio, además del adecuado uso de operaciones de formas por medio de la creación de composiciones gráficas, denotan en los proyectos desarrollados un eficiente manejo de las formas en el software aplicado.

Además se puede destacar que la metodología planteada de la **replica, apropiación y decontextualización** ha permitido que el aprendizaje de los procedimientos logrados con el uso de software tenga como base una conjunción entre la representación manual, la observación y su traslado al entorno digital; la aplicación de la metodología ha dado paso al uso del software de diseño para la creación de propuestas gráficas como parte de la solución a problemas concretos de diseño, tanto en la asignatura encargada del aprendizaje de software de diseño e ilustración, así como en el aporte para otras asignaturas de diseño gráfico.

Entonces se puede decir que, una vez que la técnica de la réplica se aplicó con éxito, se dio paso a la etapa apropiación por medio de la interiorización de los objetos y posterior a ello se procedio a la descontextualización de las imágenes, finalmente el mayor reto que se enfrentó fue el comenzar a transmitir mensajes por medio de la representación digital.

Las prácticas de descontextualización exigen al estudiante reflexionar y definir múltiples variables. Los distintos elementos que se manejan exhortan a buscar con mucho detalle y precisión los más apropiados para generar el mensaje que se pretende transmitir al descontextualizar la imagen. La práctica de ilustración, basada en la réplica manual da paso a la apropiación del conocimiento, por medio de las destrezas de ilustración o bocetaje, facilitando la representación visual y espacial.

Como aporte en el ambito educativo del Diseño Gráfico y en el formación de estudiantes de Diseño que se ven expuestos al uso de software para plasmar sus propuestas y que deben pasar de un gráfico de papel a un medio digital, se establece la prestente propuesta metodológica para la enseñanza de software denominada: **replica, apropiación y decontextualización.**

Bibliografía

Aguilar-, M. (2022) *Dibujo para el diseño, herramienta de pensamiento y comunicación*. Arte, Individuo y Sociedad 34(1), 11-26. https://dx.doi.org/10.5209/aris.68721

Bader, S. (2015). *Palabra de diseñador: citas, ocurrencias y píldoras de sabiduría*. Barcelona: Gustavo Gili.

Bisbe, J. (2020). *Identificando el factor de estrés en la educación en diseño*. E studio de caso ELISAVA. Grafica. Vol 10, núm 20. https://doi.org/10.5565/rev/grafica.216

Design Council. (july 2022). *Design Economy: People, Places and Economic Value*. https://www.designcouncil.org.uk/fileadmin/uploads/dc/Documents/Design_Economy_2022_Full_Report.pdf

Friedman, K. (2000). *Creating design knowledge: from research into practice.* IDATER 2000 Conference, Loughborough: Loughborough University. https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference_contribution/Creating_design_knowledge_from_research_into_practice/9343430

Harwood, J. (2011). *The Interface: IBM and the Transformation of Corporate Design*, 1945– 1976. Minnesota: University of Minnesota Press

Landscape Products Co., Ltd. (2002). *Las obras de Paul Rand. Tokyo: Printed Matter 2002 Llop, R*. (2014). Un sistema gráfico para la cubierta de libros: hacia un lenguaje de parámetros. Barcelona: Gustavo Gili.

Nuha, A., Arcot, S.;Nadine, M.; and Mohammadi, G. (2022). *Video Generative Adversarial Networks: A Review*. ACM Comput. Surv. 55, 2, Article 30 (March 2023). https://doi.org/10.1145/3487891

Olaizola, C. (2007). *Aprendiendo a pensar, dibujando*. Theoria, 16(1). Peña, E. (2006). La copia como medio de expresión. Revista Ojo, 4, 60-63.

Parra, E., y Torres, M. (2018). *La gamificación como recurso didáctico en la enseñanza del diseño*. EARI. 9, 160-173. http://dx.doi.org/10.7203/eari.9.11473

Perdomo, B.; del Carmen Lontop Castillo, M. y Mas., O. (2022). *Teaching creative careers in the pandemic: A study of digital tools used by university instructors. Learning and Teaching*. Vol 15, issue 2, pp 53-80. https://doi.org/10.3167/latiss.2022.150204

Rojas, C. (2015). Ilustrados: *Procesos creativos y estrategias desde la réplica hasta lo espontáneo. Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas*, 10 (1), 187-214. http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.mavae10-1.ip

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

Recebido/Submission: 01/12/2022
Aceitação/Acceptance: 07/03/2023

Validación del Instrumento aplicado en comunidades del Ecuador para conocer la factibilidad técnica en eficiencia energética a través de sistemas fotovoltaicos

Washington Xavier Garcia-Quilachamin[1], Raúl Eduardo Largacha-Córdova[2], Juan Miguel Cedeño-Villaprado[3], Alexieva Tatiana-Alexievna[4], Jonny Alexander Mendoza-Zambrano[5]

profegarcia501@gmail.com; raul.largacha@ulean.edu.ec; miguel.cedeno@uleam.edu.ec; tatiana.alexievna@uleam.edu.ec; jonnymend2010@gmail.com

[1] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi, Manta, 130210, Ecuador.

[2] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi, Manta, 130214, Ecuador.

[3] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi, Manta, 130210, Ecuador.

[4] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi, Manta, 130210, Ecuador.

[5] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi, Manta, 130214, Ecuador.

Pages: 80-92

Resumen: El uso de tecnologías asociadas a la eficiencia energética con respecto a sistemas fotovoltaicos, está ganando terreno en nuestro medio, por lo que el objetivo de estudio fue validar un instrumento con referencia al análisis de los datos obtenidos sobre la situación en el conocimiento, aplicación y gestión de las instalaciones eléctricas como control automático de un sistema fotovoltaico y su mejora en la eficiencia energética en Comunidades del Sector Rural. Se realizó un estudio de campo, sobre la base de una encuesta aplicada a 313 personas que residen en 12 barrios y desarrolló un análisis factorial exploratorio, también un análisis factorial confirmatorio de los datos obtenidos. Se obtuvo un resultado del análisis de componentes principales con una matriz de transformación de factores (0,844). Se concluye que al emplear el test de KMO y esfericidad de Bartlett, con un rango de correlación ≥ 0.8 entre reactivos fue factible y viable.

Palabras-clave: Tecnologías, sistemas fotovoltaicos, instalaciones eléctricas, eficiencia energética, análisis factorial.

Validation of the Instrument applied in communities of Ecuador to know the technical feasibility in energy efficiency through photovoltaic systems

Abstract: The use of technologies associated with energy efficiency with respect to photovoltaic systems is gaining ground in our environment, so the objective

of the study was to validate an instrument with reference to the analysis of the data obtained on the situation in the knowledge, application, and management of electrical installations such as automatic control of a photovoltaic system and its improvement in energy efficiency in Communities of the Rural Sector. A field study was carried out, based on a survey applied to 313 people residing in 12 neighborhoods, and an exploratory factor analysis was carried out, as well as a confirmatory factor analysis of the data obtained. A principal component analysis result was obtained with a factor transformation matrix (0.844). It is concluded that when using the KMO and Bartlett's sphericity test, with a correlation range ≥ 0.8 between reagents, it was feasible and viable.

Keywords: Technologies, photovoltaic systems, electrical installations, energy efficiency, factorial analysis.

1. Introducción

Las energías renovables son todo tipo de energía que puede producirse de forma continua gracias a recursos que se consideran inagotables, es decir, se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles (recursos no renovables) que existen en una cantidad limitada y que son agotables (Schallenberg et al., 2008).

El escritor y científico Badii M.H. (Badii, Guillen, & Abreu, 2016), afirma que la energía renovable, al ser un recurso prácticamente ilimitado evita la contaminación ambiental. La gran parte de energía renovable proviene directamente y en muchos casos indirectamente de los rayos solares por lo que es un factor primordial para considerar al momento de elegir algún tipo de energía.

Como podemos analizar, la energía renovable es un recurso factible, por lo que los autores (Robles Algarin & Rodríguez Álvarez, 2018) indican que en varias regiones del planeta se impulsa el uso de energía renovable a través de políticas de Eficiencia energética que reducen los valores de adquisición y se refleja en los costos-beneficios finales.

Un claro ejemplo de energía renovable es la energía solar térmica, y esta a su vez, es el uso directo de la energía solar aplicada a captadores de temperatura que distribuyen la energía para su respectivo uso.

Con este preámbulo, Los autores (Navntoft & Cristófalo, 2019), enfatizan que "el sistema de energía solar térmica se aprovecha de los rayos solares para luego ser transformada, almacenada y después usada para diferentes fines. La energía del sol llega a la atmósfera y posteriormente a la superficie terrestre, aproximadamente el 50% de energía del sol queda en la tierra para su uso siendo este uno de los generadores de energía renovable más abundante. Los sistemas solares térmico se componen de dos partes esenciales, el colector y el tanque acumulador. El colector es el encargado de transformar la energía solar en calor y ese a su vez comienza a elevar la temperatura de fluidos que circulan dentro de estos, sean agua o aire, aparte, el tanque acumulador sirve como recipiente el cual almacena todo ese calor para ser destinado a su correcto uso".

Así también, los autores (Mazón, Martínez, & Martínez, 2009), manifiestan que "la región de Latinoamérica cuenta con energía solar fotovoltaica que puede ser implementada como energía renovable en la mayoría de sus actividades económicas y sociales", también recalca que, "a diferencia de algunos continentes como el europeo, nosotros si

contamos con este recurso de forma fuerte y abundante. Ecuador al encontrarse en una zona tropical cumple con los requisitos antes mencionados, al recibir rayos solares de forma abundante, tanto en las zonas de la costa como en la sierra, en la costa en donde en muchos casos los rayos solares pueden generar temperaturas muy altas y en la sierra a su vez por su altitud geográfica." En el país no se ha impulsado significativamente la instalación de paneles fotovoltaicos, siendo contradictorio ya que esto es un gran beneficio y alivio para la población, ya sean monetarios o ambientales.

Con respecto a Ecuador, la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, buscando apoyar el desarrollo de la matriz energética y, según la ley, los ecuatorianos tienen que solicitar a esta agencia el permiso para la instalación de una red interconectada a la luz convencional (Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública) (ARCONEL, 2018).

En la prestación del servicio eléctrico, este se encuentra dirigido a los abonados: residenciales, comerciales, industriales y especiales, quienes reciben el servicio actualmente a través de 20 empresas concesionarias a nivel nacional. Actualmente, tiene como áreas de concesión; la parte correspondiente a la zona costera y sierra central del Ecuador.("CNELEP," 2018)

El Ministerio de Electricidad y Energías Renovables de Ecuador, ha identificado varios problemas como la ineficiencia en el uso de la energía en el sector eléctrico o constantes riesgos de abastecimiento en varias zonas del país, la caída de la producción petrolera, considerada solución a priori es el cambio en la matriz energética del país, desde procesos simples como la introducción masiva de focos ahorradores, hasta la instalación de nuevas tecnologías de producción de energía como los biocombustibles y paneles solares para electrificación y calefacción. (Reg.Ofic.OrganoGobiernoEcuador, 2019)

La Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica ecuatoriano define que pequeños emprendimientos fotovoltaicos, conectados a las redes de distribución, pueden generar energía para el consumo propio y los excesos para la comercialización por medio de la red eléctrica. Según los autores (Muñoz-Vizhñay, Rojas-Moncayo, & Barreto-Calle, 2018), contextualizan que, "las empresas eléctricas distribuidoras con fundamento en la nueva norma deberán facilitar y agilizar la participación de la generación repartida y llevar a cabo actividades de validación técnica, para asegurarse que no se produzcan restricciones en la red eléctrica y su verificación".

Según (ARCONEL, 2018) manifiesta que "Ecuador es un país con un alto potencial de energías renovables y ha empezado a cambiar drásticamente su visión de energías primaria, definiendo planes energéticos y promoviendo incentivos a la generación de energía mediante el uso de energías renovables".

El Banco mundial como organismo de regulación e información realizó un informe que reafirma que en el planeta la cantidad de personas que no cuentan con acceso a la electricidad sufrió un descenso de 1200 millones en el año 2010 pasando en el año 2019 a una cantidad de personas de aproximadamente 759 millones, esto quiere decir que hubo una aceleración del 63% de la población y esto se atribuye a la electrificación mediante soluciones innovadoras y descentralizadas en base con las energías renovables, aunque con la disposición de las políticas actuales y además proyectadas, y debido a los impactos

causados por la crisis incitada por el COVID -19, se proyecta que el 87% de las personas seguirán sin tener acceso a la electricidad en 2030.

A partir del año 2020, durante la crisis post COVID 19 las energías renovables han argumentado ser más rentables y dinámicas que otras del sector energético, por lo que el continuo desarrollo de las tecnologías y diferentes combinaciones de estos en casas, oficinas y áreas determinadas, según los autores , (Hurink, Molderink, Smit, Bakker, & Bosman, 2011), consideran que el método desarrollado tiene que ser genérico para verificar la calidad de la tecnología, siendo la aplicación de un dispositivo que permita la conectividad con los sistemas de iluminación y utilizado en varios escenarios que permita una eficiencia de energía en electricidad

Por todo lo expuesto, en este estudio se ha considerado analizar el sistema de suministro de demanda para viviendas, utilizando sistemas eléctricos renovables de pequeña escala situados cerca del usuario, con conexión a la red eléctrica y para lo cual se considera como objetivo de estudio validar un instrumento con referencia al análisis de los datos obtenidos sobre la situación en el conocimiento, aplicación y gestión de las instalaciones eléctricas como control automático de un sistema fotovoltaico y su mejora en la eficiencia energética en Comunidades del Sector Rural, el cual se lo desarrollo a través de un estudio de campo con la finalidad de obtener información.

Este estudio se desarrolla en relación con los sistemas fotovoltaicos como tecnología adoptada en los sistemas de iluminación, su consumo en eficiencia energética. Así, también en la Sección 2, se describe una metodología que comprende la manera de como se ha desarrollado el presente estudio, los participantes involucrados, instrumento, análisis estadístico, aplicación exploratoria. La Sección 3, detalla los resultados encontrados a través del análisis factorial son mostrados en tablas estadísticas, los cuales fueron analizados considerando los datos más relevantes del presente estudio y que se los validó mediante el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science); finalmente se describe las conclusiones alcanzadas en esta investigación.

2. Metodología

2.1. Recolección de datos

Para el desarrollo y análisis con relación a la limitada aplicación de sistemas fotovoltaicos y contar con información que pudiera servir de base para proponer este instrumento, esta investigación se basó en un estudio de campo realizada en 12 barrios rurales ubicados en un Cantón de la provincia de Manabí, República del Ecuador, para lo cual se completó un total de 313 encuestas, realizadas a familias de mencionado Cantón.

La recolección de datos estuvo dirigida a las personas (Obreros, empleados, comerciantes, pescadores, doméstica y otros) que residen en el sector rural de la Provincia en la cual se desarrolló la encuesta. Este estudio está contemplado en el análisis de los datos obtenidos sobre la situación en la usabilidad, instalación e implementación de las instalaciones eléctricas como control automático de un sistema fotovoltaico y su mejora en la eficiencia energética en Comunidades del Sector Rural de la Provincia de Manabí.

2.2. Instrumento

El cuestionario de 14 reactivos fue desarrollado en dos bloques temáticos, el primero se refiere a los datos personales y labores del encuestado. El segundo consta de preguntas asociadas a la eficiencia energética en sistema de iluminación, con el objetivo propuesto en este estudio y establecido en las comunidades rurales involucradas a fin de determinar si se utilizan este tipo de sistema fotovoltaico; así también esta segunda parte se basó en tres dimensiones: conocimiento, aplicación y gestión.

En todos los casos, las personas de cada sector respondieron el cuestionario utilizando una hoja de lectura diseñada para el tipo de respuesta requerida. La recolección y tabulación de datos obtenidos en las hojas, como la generación de los archivos para el respectivo análisis de datos fue realizado por los autores. Con base en la información proporcionada por la lectura de las hojas de respuesta se confeccionaron para su análisis las bases de datos correspondientes, tanto en formatos Excel como SPSS.

2.3. Análisis estadístico

En este estudio se emplea el análisis factorial (AF), el cual es un modelo estadístico que representa las relaciones entre un conjunto de variables. Por lo que se considera en esta investigación a los autores (Ferrando & Carrasco Anguiano, 2010), quienes manifiestan que estas relaciones pueden considerarse a partir de una serie de variables no observables (latentes) denominadas factores, siendo el número de factores substancialmente menor que el de variables.

Para este análisis se utilizó como técnica el análisis factorial exploratorio (AFE), las dimensiones y números de reactivos establecidos, los cuales se los validó mediante el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science), considerando a los autores (Martínez & Sepúlveda, 2012) y (Garcia-Quilachamin, Santana, & Pro-Concepción, L. Salazar-Richard, 2019), lo que permitió que los resultados sean fiables.

Según los autores (Guti, 2019), mediante el AFE la variabilidad de las puntuaciones de un conjunto de variables se determina por un número más reducido de dimensiones o factores. De este modo, una gran cantidad de ítems de test puede reducirse a un número pequeño de factores o dimensiones (aptitud verbal, extraversión) que confieran un significado teórico a la medición. Cada uno de estos factores agrupa a los ítems intercorrelacionados que son relativamente independientes de los restantes conjuntos (factores) de ítems.

Se considera a los autores (Quindemil & Rumbaut, 2019), quienes mencionan que, para determinar la validez de constructo con relación al cuestionario, se desarrollen pruebas de análisis factorial complementarias. Por lo que se aplica un Análisis de Componentes Principales (CP) que cubre el objetivo de demostrar la estructura unívoca que presenta el conjunto del cuestionario dirigida hacia la medida de un Rasgo Latente. En nuestra investigación se considera los sistemas fotovoltaicos aplicados a los sistemas de iluminación con criterio en eficiencia energética, por lo que se expresa mediante una determinada combinación lineal de las variables contenidas en el cuestionario.

Considerando las dimensiones de los reactivos establecidos, se obtuvo un coeficiente de correlación >0.5 como resultado factible en relación con el análisis factorial exploratorio

realizado a los datos obtenidos en la encuesta, la que se aplicó en 12 barrios rurales ubicados en un Cantón de la provincia de Manabí, República del Ecuador.

2.4. Aplicación exploratoria en el documento

Para demostrar la fiabilidad y validez de los reactivos propuestos en la encuesta se procede a desarrollar pruebas de Análisis Factorial considerando a los autores (Guti, 2019) y (Martínez Romero, Gámez Guillén, Ordoñez Camacho, & Mayorga Fernandez, 2020), estas pruebas se las realizó en el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science), mediante el cual se aplica un análisis de componente principales para reducir el número de variables y así ir limitando las variables que tienen mayor relación entre sí, considerando que, cuanto mayor sea la variabilidad de los datos, mayor es la información obtenida. Los procedimientos realizados nos permitió determinar una validación de los datos generados, considerando a los autores (Mazón et al., 2009), (Anchundia-Santana, Sánchez-Cano, García-Quilachamin, & Mantuano, 2021) y (Serrano Rodríguez, Amor Almedina, Guzman Cedeño, & Guerrero-Casado, 2020).

Previo al análisis de componentes principales, se realizó las pruebas estadísticas de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) y la esfericidad de Bartlett, considerando a los autores (Herrera & De Jesús Rahmer, 2018) y [20](Valencia, 2020), los cuales relacionan los coeficientes de correlación y evalúan la aplicabilidad del análisis factorial de las variables en cuestión, respectivamente; para esto se considera que cuanto más cerca estén de 1, los valores obtenidos en el test de KMO, quiere decir que el análisis es factible; en el estudio desarrollado se tomó los valores mayores a 0.5; es decir, que mientras los datos obtenidos estén en el rango de ≥ 0.8, nos indica que existe una alta intercorrelación entre las variables y el análisis factorial resulta factible, como lo considera el autor (Stratton, 2014).

3. Resultados

De un total de 313 encuestas, realizadas a familias de mencionado Cantón, se encontró resultados en relación con el conocimiento sobre sistemas fotovoltaicos utilizados para el control de los sistemas de iluminación y también, se referencia que el porcentaje de respuestas estaba en un balance entre un conocimiento bajo y regular. Con relación a la aplicación de estas innovaciones en las comunidades rurales involucradas, se llegó a un resultado poco favorable, de acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta realizada, se pudo constatar que más del 90% de los encuestados respondieron que en el área en la que residen no cuentan con sistemas fotovoltaicos asociados a sistemas de iluminación. Así también, en relación con gestión, se encontró el 97% como predisposición factible y viable por parte de las personas encuestadas, ya que respondieron de manera favorable a que consideran se les capacite en el uso de métodos y tecnologías con criterio en eficiencia energética aplicada a los sistemas de iluminación, siendo estos conocimientos aplicados en sus hogares.

3.1. Análisis factorial exploratorio

Con relación al análisis factorial realizado a la segunda parte de la encuesta que se aplicó en las instituciones públicas en 12 barrios rurales ubicados en un Cantón de

la provincia de Manabí, República del Ecuador, se consideró que para llegar a un resultado definitivo y dejar establecidos los reactivos que se correlacionan entre sí, en relación a eficiencia energética en sistemas de iluminación, se desarrolló en tres fases: la primera(conocimiento), en la cual se extrajo 4 reactivos que tenían un coeficiente de correlación por debajo de 0.5, según lo manifiesta el autor (Guti, 2019); la segunda fase(gestión), se extrajeron 3 reactivos más en vista el resultado de correlación no entraba en el rango establecido; y en la tercera fase(aplicación), luego de haber suprimido 7 reactivos (de los 11 considerados en la segunda parte de la encuesta), quedaron un total de 4 reactivos con un coeficiente de correlación >0.8, lo cual determina que el análisis factorial es factible como lo consideran (Quindemil & Rumbaut, 2019).

3.2. Resultados y análisis de la primera fase

En la fase 1, se ingresan los 11 reactivos de la segunda parte de la encuesta en el programa SPSS, con la finalidad de realizar la reducción de dimensiones y el análisis factorial, dentro del cual se aplica el test de KMO y esfericidad de Bartlett. Se consideró como referencia el rango de correlación ≥ 0.8 entre reactivos, posterior a esto, se le aplica el análisis de componentes principales, el cual muestra la correlación que existe entre las variables ingresadas. Los resultados obtenidos permiten demostrar que el análisis es factible, debido a que, dentro de las pruebas de KMO se demuestra que el estudio se encuentra dentro del rango establecido y en Bartlett se determina que las correlaciones entre las variables son distintas de cero, es decir que si hay correlación entre ellas. (0.825). Ver Tabla 1.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		**0,825**
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	4506,249
	Gl	55
	Sig.	0,000

Tabla 1 – KMO y prueba de Barlett

En la Tabla 2, se muestra el cuadro de la matriz de componentes rotados, en la cual se obtiene que todas las variables tienen una correlación entre sí, pero tomando en cuenta que este estudio se consideró un rango de ≥ 0.8, por tal razón las correlaciones menores a tal magnitud fueron extraídas del análisis.

	Componente			
1		**2**	**3**	**4**
¿La casa en la que usted vive es?	0,100	0,290	0,912	0,091
¿De qué tipo de construcción es la casa donde usted vive?	0,774	0,208	0,064	0,548
¿Cuál es su principal actividad?	0,332	0,412	0,443	0,683
¿Está usted conforme con el consumo facturado por cnel en sus planillas?	0,385	0,851	0,149	0,128
¿El servicio de suministro de electricidad es?	0,449	0,727	0,351	0,104

	Componente			
	1	2	3	4
¿Las instalaciones eléctricas son?	0,581	0,616	0,384	0,186
¿Los circuitos eléctricos de alumbrado y tomacorriente en su casa son?	0,881	0,249	0,076	0,306
¿Son frecuentes los cortocircuitos en su casa?	0,301	0,086	0,009	0,922
¿El uso que usted le da a la energía eléctrica es?	0,112	0,227	0,934	0,058
¿Qué temas relacionados con instalaciones eléctricas de bajo voltaje les interesaría recibir?	0,818	0,453	0,187	0,178
¿Le interesaría que se realice un estudio de factibilidad técnica para la instalación de energía eléctrica a través de la luz solar?	0,123	0,825	0,364	0,192

Tabla 2 – Matriz de componentes rotados

En esta primera fase se describe que, de los 11 reactivos obtenidos y analizados, 4 de ellos resultaron con una correlación menor al valor establecido, por lo que se establece a realizar una segunda fase, dentro del cual no constarán los reactivos extraídos.

Los reactivos extraídos son aquellos que están resaltados de color negro y se los describe en la Tabla 2.

Para culminar esta primera fase, se observa que en la matriz de transformación de los componentes si existe relación entre cada uno de los factores. Ver Tabla 3.

Componente	1	2	3	4
1	0,579	0,589	0,421	0,375
2	-0,478	0,244	0,715	-0,448
3	-0,217	-0,541	0,459	0,670
4	-0,624	0,549	-0,317	0,458

Tabla 3 – Matriz de transformación de los componentes

3.3. Resultados y análisis de la segunda fase

Considerando el análisis de la primera fase, en el que se no se consideraron 4 variables se procedió a realizar el segundo procedimiento, en la que se obtiene una correlación menor a la que se estableció y en la que se considera máxima verosimilitud como análisis. También se descarta los reactivos restantes que no están dentro del rango de correlación y se activa la opción del gráfico de sedimentación para determinar cuántos factores se retienen luego de la primera fase. A continuación, en esta etapa se demuestra nuevamente que hay correlación entre las variables, en vista hay un mayor rango establecido (0.844) como resultados de KMO y descritos en la Tabla 4.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0,844
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	1650,900
	gl	21
	Sig.	0,000

Tabla 4 – Segundo resultado de KMO y prueba de Bartlett

En esta segunda fase se considera el gráfico de sedimentación, el cual permite determinar cuántos factores deben retenerse. De manera típica, el gráfico muestra la clara ruptura entre la pronunciada pendiente de los factores más importantes y el descenso gradual de los restantes. Otro método de determinar cuántos factores hay que retener, es utilizando el criterio de Kaiser, que consiste en conservar los factores, en donde su autovalor asociado sea mayor a 1.

En la matriz de factores rotados, se muestran las correlaciones que tienen entre sí las variables y de acuerdo con esto, se volvieron a analizar y se encontró que todas se encuentran dentro del rango especificado que es ≥ 0.8 y que se los muestra resaltados de color en la Tabla 5.

	Componente	
	1	2
¿La casa en la que usted vive es?	0,104	0,937
¿Está usted conforme con el consumo facturado por cnel en sus planillas?	0,880	0,502
¿Los circuitos eléctricos de alumbrado y tomacorriente en su casa son?	0,903	0,154
¿Son frecuentes los cortocircuitos en su casa?	0,834	-0,037
¿El uso que usted le da a la energía eléctrica es?	0,068	0,922
¿Qué temas relacionados con instalaciones eléctricas de bajo voltaje les interesaría recibir?	0,861	0,335
¿Le interesaría que se realice un estudio de factibilidad técnica para la instalación de energía eléctrica a través de la luz solar?	0,465	0,894

Tabla 5 – Matriz de componentes rotados segunda fase

3.4. Resultado final

Luego de haber extraído 4 reactivos en las dos fases anteriores, se demostró que las 7 variables restantes se correlacionaron entre sí, demostrando que el análisis de reducción de dimensiones llegó hasta esta instancia, por lo que no se puede eliminar ninguna variable, debido a que todas cuentan con un coeficiente de correlación ≥ 0.8, lo que indica que todas tienen una fuerte correlación entre ellas.

En la Figura 1, se muestra el gráfico de sedimentación en el cual se describe cuántos factores se retienen en esta fase. En la fase uno, se mostraron 6 factores en la matriz

rotada; luego de haber extraído las cuatro variables que no cumplían con el rango propuesto, se redujo el número de factores en la fase dos

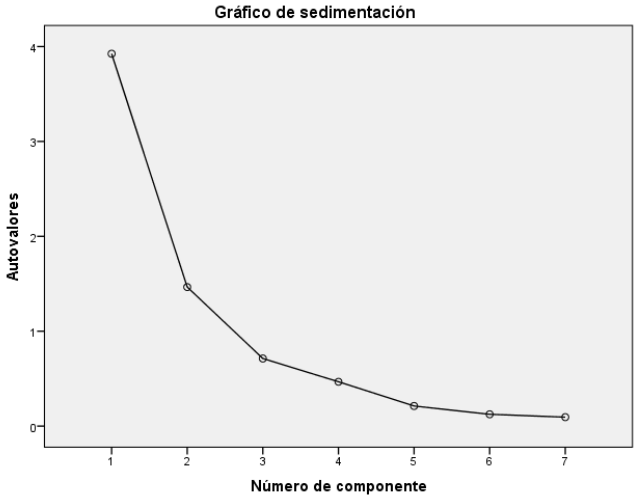


Figura 1 – Gráfico de sedimentación

Después de haber obtenido el gráfico de sedimentación, se describe la matriz de factores rotados y se determina que existe una alta correlación entre ellos, dejando claro que ya no es necesario realizar un análisis adicional, en razón que todas las variables se encuentran en el rango de correlación establecido.

Considerando la matriz de transformación de los factores, se realizó una comparación entre la matriz de la primera fase en donde se observa el factor con más variabilidad (0.825), a diferencia de la segunda fase que tiene un factor con un coeficiente de correlación que está mucho más cercano a uno (0.844, siendo el coeficiente de mayor correlación), lo que indica que todos los factores están relacionados entre ellos

4. Conclusiones

El análisis factorial exploratorio realizado a los datos obtenidos a través de estudio de campo, permitió conocer que en las comunidades rurales involucradas en este estudio no cuentan con sistemas fotovoltaicos en lo que respecta a iluminación, y que, por falta de presupuesto, o por falta de conocimiento de las normas y/o estándares relacionados a la gestión energética en estas comunidades no es aplicada la palabra eficiencia. También se obtuvo como resultado que todos los sistemas que se encuentran instalados en las comunidades rurales son convencionales, antiguos, y no cuentan con sistemas fotovoltaicos que sean capaces de distribuir energía eléctrica a las familias de dichas comunidades.

Aplicar como técnica el test de KMO y esfericidad de Bartlett, considerando como referencia el rango de correlación ≥ 0.8 entre reactivos fue factible, en vista a través del análisis de componentes principales se obtuvo que las correlaciones entre las variables ingresadas son distintas de cero, es decir que si hay correlación entre ellas (0.825) y que los análisis de los resultados son fiables. Este proceso permitió mostrar la correlación existente entre los reactivos ingresados en cada fase, demostrando que el análisis resulta factible, ya que se obtuvo como último resultado en la matriz de transformación de factores (0,844) que la correlación estuvo dentro del rango establecido demostrando que este trabajo resulta viable.

De las 313 encuestas, realizadas se referencia que el porcentaje de respuestas estaba en un balance entre un conocimiento bajo y regular, considerando que la aplicación de estas innovaciones en las comunidades rurales involucradas dio como resultado poco favorable en razón que más del 90% de los encuestados respondieron que en el área en la que residen no cuentan con sistemas fotovoltaicos asociados a sistemas de iluminación y así también, en relación con gestión, se encontró el 97% como predisposición por parte de las personas encuestadas para que se les capacite en el uso de métodos y tecnologías con criterio en eficiencia energética aplicada a los sistemas de iluminación aplicados en sus hogares.

Por lo que se concluye que al gestionar la adquisición e implementación de sistemas fotovoltaicos asociados a la eficiencia energética y aplicados a los sistemas de iluminación, ayudaría a mejorar en cierto grado el consumo de energía eléctrica, lo cual permitirá se genere un ahorro en los sectores de la Comunidad localizada en la Provincia de Manabí – Ecuador, considerando las tres dimensiones establecidas en conocer, aplicar y gestionar.

Referencias

Anchundia-Santana, J., Sánchez-Cano, J. E., García-Quilachamin, W. X., & Mantuano, E. S. (2021). Validation of An Instrument to Know the Use of Smart Devices in Air Conditioners and Their Improvement in Energy Efficiency: Case Study in Ecuador. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, *17*(4), 133–144. https://doi.org/10.3991/ijoe.v17i04.21117

ARCONEL. (2018). Regulación Nro. ARCONEL - OO3/18. *Regulaciones*. Retrieved from https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/074-17.doc.pdf%0Ahttps://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/ARCONEL-003-18MICROGENERACION.pdf

Badii, M., Guillen, A., & Abreu, J. (2016). Energías Renovables y Conservación de Energía. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, *11*(1), 141–155. Retrieved from http://bd.univalle.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=116281297&lang=es&site=eds-live

CNELEP. (2018). Retrieved from https://www.cnelep.gob.ec/

Ferrando, P. J., & Carrasco Anguiano, C. (2010). El Analisis Factorial Como Tecnica De Investigacion Psicologica. *Red de Revistas Cientificas de America Latina*, *31*(1), 18–33. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2004.03.007

Garcia-Quilachamin, W., Santana, E., & Pro-Concepción, L. Salazar-Richard, J. (2019). Validation of an Instrument Applied in Public Institutions of Ecuador to Know the Use of Intelligent Systems. *IJOE*, *15*, 42–56.

Guti, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d Innovaci□ i Recerca En Educaci□*, *12 (2)*, 1–14. https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057

Herrera, J. C., & De Jesús Rahmer, B. (2018). Aplicación del análisis factorial exploratorio en la escala de satisfacción de los usuarios . Caso de estudio para una organización no gubernamental. *Espacios*, *39*(32), 19. Retrieved from https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00748

Hurink, J. L., Molderink, A., Smit, G. J. M., Bakker, V., & Bosman, M. G. C. (2011). Planning the production of a fleet of domestic combined heat and power generators. *European Journal of Operational Research*, *216*(1), 140–151. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.07.033

Martínez, C. M., & Sepúlveda, M. A. R. (2012). Introducción al análisis factorial exploratorio. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, *41*(1), 197–207. https://doi.org/10.1016/s0034-7450(14)60077-9

Martínez Romero, J. S., Gámez Guillén, D. F., Ordoñez Camacho, X. G., & Mayorga Fernandez, M. J. (2020). Desarrollo y estructura factorial de un instrumento de actitud hacia el uso de la tecnología para la enseñanza y la investigación en docentes universitarios Development and factorial structure of an attitude instrument towards the use of technology for te. *Tecnologia, Ciencia y Educacion*, *16*(16), 85–111. Retrieved from https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/judima/index.php/TCE/article/view/443/291

Mazón, J. J., Martínez, J., & Martínez, A. (2009). La evaluación de la función docente mediante la opinión del estudiante. Un nuevo instrumento para nuevas dimensiones: COED. *Revista de La Educación Superior*, *38*(149), 113–140. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/pdf/resu/v38n149/v38n149a6.pdf

Muñoz-Vizhñay, J. P., Rojas-Moncayo, M. V., & Barreto-Calle, C. R. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius*, (19), 60–68. https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.06

Navntoft, C., & Cristófalo, M. P. (2019). *Introducción a la energía solar térmica*. *Https://www.Argentina.Gob.Arww.Argentina.Gob.Ar*.

Quindemil, E., & Rumbaut, F. (2019). Análisis de componentes principales para obtener indicadores reducidos de medición en la búsqueda de información. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, *30*(3), 1–17.

Reg.Ofic.OrganoGobiernoEcuador. (2019). LEY-ORGÁNICA-DE-EFICIENCIA-ENERGÉTICA_S_R_O_449_19_MARZO_.pdf.

Robles Algarin, C., & Rodríguez Álvarez, O. (2018). An overview of the renewable energy in the World, Latin America and Colombia. *Espacios*, *39*(34).

Schallenberg, J. C., Gonzalo, R., Izquierdo, P., Hernández Rodríguez, C., Unamunzaga, P., Ramón, F., ... Ortin, S. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*.

Serrano Rodríguez, R., Amor Almedina, M. I., Guzman Cedeño, Á., & Guerrero-Casado, J. (2020). Validation of an Instrument to Evaluate the Development of University Teaching Competences in Ecuador. *Journal of Hispanic Higher Education*, *19*(1), 19–36. https://doi.org/10.1177/1538192718765076

Stratton, R. W. (2014). El análisis factorial exploratorio de los items, *30*, 1695–2294. https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361

Valencia, L. L. (2020). ANALYSIS OF TEACHERS SATISFACTION WITH RESPECT TO THE EVALUATION PROCESS OF THE TEACHING PROFESSIONAL SERVICE. *Journal, Universidad Abierta, México*.

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

Recebido/Submission: 09/11/2022
Aceitação/Acceptance: 28/02/2023

Identificación de necesidad de mantenimiento preventivo de tomacorrientes utilizando inteligencia artificial

Edmanuel Cruz[1,2,3], Jorge Castillo-Cruz[1], Adiz Mariel Acosta Reyes[1], Elia E. Cano[2], Carlos Rovetto[2], José Carlos Rangel[2,3]

edmanuel.cruz@utp.ac.pa; jorge.castillo5@utp.ac.pa; adiz.acosta@utp.ac.pa; elia.cano@utp.ac.pa; carlos.rovetto@utp.ac.pa; jose.rangel@utp.ac.pa

[1] Centro Regional Veraguas, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

[2] Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

[3] Sistema Nacional de Investigación (SNI) SENACYT, Ciudad de Panamá, Panamá

Pages: 93-102

Resumen: Según la agencia de seguridad y normas más importante de Estados Unidos y adoptada por la mayoría de los países latinoamericanos, la NFPA, sólo en 2021 murieron varias decenas de personas por electrocución. Este trabajo busca atacar el problema del mantenimiento preventivo de los tomacorrientes en una casa o en una industria para evitar accidentes. Para ayudar a resolver el problema, se utilizan técnicas de inteligencia artificial para determinar cuándo un enchufe necesita mantenimiento. Se parte del concepto de que el mantenimiento preventivo es un factor relevante para evitar finales fatales, especialmente en los hogares donde viven niños, que por su carácter curioso pueden verse afectados. Este trabajo hace uso de las arquitecturas de redes neuronales artificiales para la clasificación de imágenes. Los resultados experimentales presentados muestran que el modelo es capaz de lograr una buena precisión para clasificar las condiciones de los enchufes.

Palabras-clave: Mantenimiento preventivo, Tomacorrientes, Vision Transformer, Inteligencia Artificial, Visión por computadora.

Identifying the need for preventive maintenance of electrical outlets using Artificial Intelligence

Abstract: According to the most important safety and standards agency in the United States and adopted by most Latin American countries, the NFPA, several dozen people died from electrocution in 2021 alone. This work seeks to address the problem of preventive maintenance of electrical outlets in a home or industry to avoid accidents. To help solve the problem, artificial intelligence techniques are used to determine when an outlet needs maintenance. We start from the concept that preventive maintenance is a relevant factor to avoid fatal endings, especially in homes where children live, who, due to their curious nature, can be affected. This work makes use of artificial neural network architectures for image classification.

The experimental results presented show that the model can achieve good accuracy in classifying the conditions of the Electrical Outlets.

Keywords: Preventive Maintenance, Electrical Outlets, Vision Transformer, Artificial Intelligence, Computer Vision.

1. Introducción

Según la *National Fire Protection Association* (NFPA), 126 trabajadores murieron por exposición a la electricidad en 2020 (Campbell, 2022). Un tercio (33%) de las lesiones mortales se produjeron en una residencia privada, mientras que otro 31% tuvo lugar en una instalación industrial. Es aquí donde el mantenimiento preventivo ayuda a eludir este tipo de situaciones. El mantenimiento preventivo es la inspección realizada a cualquier tipo de sistema o aparato con el fin de evitar dentro de lo posible la mayor cantidad de daños imprevistos (Botero, 1991). En este sentido, el mantenimiento preventivo se define como la inspección sistemática de cualquier tipo de equipo o aparato (mecánico, eléctrico, informático, etc.) bajo ciertos criterios para evitar fallos debidos al uso, al desgaste o al paso del tiempo. En los últimos años, distintos investigadores han colocado sus esfuerzos en utilizar la inteligencia artificial (IA) para la detección de fallas y aplicación de mantenimiento preventivo a distintos sistemas o aparatos. Para llevar a cabo estas investigaciones se han utilizado subcampos de la IA como la visión por computadora y técnicas como *Machine Learning* (ML) y *Deep Learning* (DL). En este sentido, han surgido distintas líneas de investigación que tratan el mismo problema desde distintos ángulos, una de estas líneas es el desarrollo de modelos de predicción de fallos basados en ML y otra son los enfoques de mantenimiento predictivo (PdM, por sus siglas en inglés). Hay pruebas que indican que los modelos de predicción de fallos basados en ML son eficaces para una variedad de sistemas (Leukel, Gonzalez, & Martin, 2021), como las máquinas agrícolas (Rajakumar, Ramya, & Maheswari, 2021), dispositivos (Kaparthi & Bumblauskas, 2020), turbinas eólicas (Kusiak & Verma, 2011), incluso plantas de producción (Kolokas, Vafeiadis, Ioannidis, & Tzovaras, 2020).

Determinar cuándo un tomacorriente necesita ser cambiado a tiempo puede evitar accidentes por electrocución, especialmente si en el hogar permanecen niños. Aunque existen los tomacorrientes GFCI que cuentan con un circuito electrónico que se activa cuando detecta diferencias de corriente entre línea y neutro o fallas a tierra, deteniendo el flujo de energía eléctrica para evitar el daño a las personas o equipos (Neitzel & Gauthier, 2013),este tipo de tomacorriente es costoso y en muchas partes de Latinoamérica, incluso en países desarrollados, la presencia de estos tomacorrientes en los hogares es reducida.

Los tomacorrientes en mal estado son difíciles de captar visualmente, pero se puede determinar si están funcionales con detalles como el estado de las ranuras de conexión. Utilizando técnicas de inteligencia artificial como las ofrecidas por la rama de la visión artificial, este trabajo propone un nuevo enfoque para clasificar las condiciones de los tomacorrientes en residencias e industrias, concretamente tomando la información visual del estado de los tomacorrientes para garantizar el nivel de seguridad y desempeño de estos. La información visual es ampliamente utilizada para la identificación y clasificación de objetos en el campo de la inteligencia artificial. La mayoría de los algoritmos modernos basados en la visión se basan en algoritmos de aprendizaje profundo en lugar de las técnicas clásicas de procesamiento de imágenes (Zou, Shi, Guo,

& Ye, 2019). Los modelos de secuencia son los modelos de aprendizaje automático que introducen o emiten secuencias de datos. Los datos secuenciales incluyen flujos de texto, clips de audio, clips de vídeo, datos de series temporales, entre otros. A diferencia de las técnicas tradicionales, en este trabajo se utilizan modelos basados en la atención. Los modelos de atención, o mecanismos de atención, son técnicas de procesamiento de entradas para redes neuronales que permiten a la red centrarse en aspectos específicos de una entrada compleja, de uno en uno, hasta que se categoriza todo el conjunto de datos. El objetivo es dividir las tareas complicadas en áreas de atención más pequeñas que se procesan de forma secuencial. De forma similar a cómo la mente humana resuelve un nuevo problema dividiéndolo en tareas más sencillas y resolviéndolas una a una (DeepAI, 2019).

En este trabajo, proponemos un enfoque de clasificación del estado de un tomacorriente. Este método etiquetará las imágenes con información sobre el nivel de integridad de los tomacorrientes. La Figura. 1, presenta gráficamente el esquema de funcionamiento que se propone, en el cual se pueden diferenciar fases de adquisición de las imágenes, su procesamiento y envío a un modelo de clasificación, encargado de determinar la necesidad o no de mantenimiento.

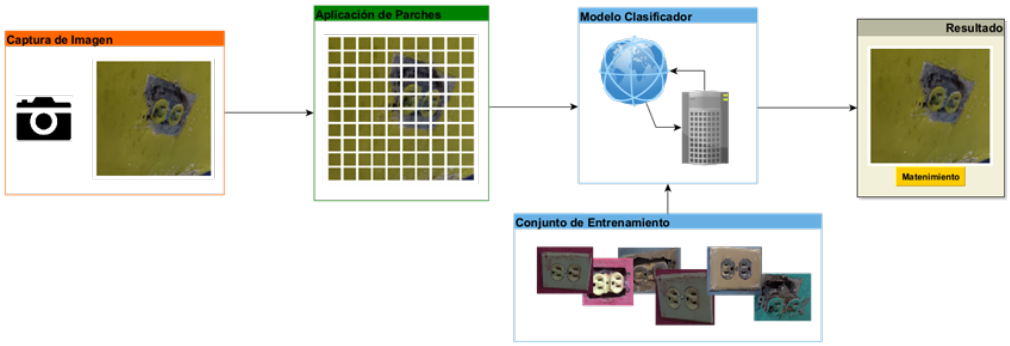


Figura 1 – Diagrama de funcionamiento del sistema propuesto

Las principales contribuciones de este trabajo se pueden resumir en:

- La creación de un dataset de tomacorrientes para entrenar modelos de inteligencia artificial basados en la visión por computadora.
- El desarrollo de una metodología capaz de detectar si un tomacorriente necesita ser cambiado, utilizando para ello técnicas avanzadas de visión por computadora como los *Vision Transformers* (ViT) (Dosovitskiy, y otros, 2021), siendo este último la principal contribución.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 se presentan los trabajos relacionados a la temática de investigación. La sección 3 muestra la metodología para el desarrollo. Posteriormente los Experimentos y Resultados se exponen en la Sección 4, mientras que las conclusiones se presentan en la Sección 5.

2. Trabajo Relacionado

Esta sección presenta una visión general de los trabajos recientes relacionados con las aportaciones propuestas en este trabajo.

2.1. Modelos de predicción de fallos basados en ML

La predicción de fallos es la tarea de pronosticar si un sistema o material de interés fallará en un punto en el futuro. Esta tarea adquiere importancia para las estrategias de mantenimiento industrial, como el mantenimiento predictivo. Para resolver la tarea de predicción, el ML se utiliza cada vez más, y la literatura ofrece pruebas de la eficacia de los modelos de predicción basados en este tipo de técnica (Leukel, Gonzalez, & Martin, 2021).

Existen muchas aplicaciones de los modelos de predicción de fallos basados en ML. Entre algunos trabajos se encuentran los relacionados a Turbinas Eólicas o Aerogeneradores (Colone, Dimitrov, & Straub, 2019) (Canizo, Onieva, Conde, Charramendieta, & Trujillo, 2017); estos trabajos tienen como objetivo la predicción de fallos en los aerogeneradores. Dispositivos eléctricos (Bonnevay, Cugliari, & Granger, 2020); en este trabajo se propone un enfoque supervisado para predecir fallos a partir de un conjunto de datos de registro de eventos utilizando características de wavelets como entrada de un bosque aleatorio, que es un método de aprendizaje de conjunto. El trabajo de Leukel, Gonzalez, & Martin (2021) busca desplegar en una plataforma que permita a los agricultores llevar a cabo actividades de mantenimiento de forma preventiva para evitar los tiempos de inactividad de las máquinas agrícolas en las temporadas altas.

2.2. Enfoques de mantenimiento predictivo

Recientemente, con la aparición de la Industria 4.0 (I4.0), los sistemas inteligentes, el ML dentro de la IA, los enfoques de mantenimiento predictivo (PdM) se han aplicado ampliamente en las industrias para manejar el estado de salud de los equipos industriales. Gracias a la transformación digital hacia la I4.0, las técnicas de información, el control informatizado y las redes de comunicación, es posible recopilar cantidades masivas de datos sobre el funcionamiento y las condiciones de los procesos generados por varios equipos y recopilar datos para realizar una detección y un diagnóstico automatizados de los fallos con el objetivo de minimizar el tiempo de inactividad y aumentar la tasa de utilización de los componentes y su vida útil restante. El ML ha surgido como una herramienta prometedora en las aplicaciones de PdM para la fabricación inteligente en I4.0, por lo que ha aumentado el atractivo de los autores durante los últimos años (Çınar, y otros, 2020). En esa línea existen trabajos como el de Yan, Meng, Lu, & Li (2017) el cual explora el procesamiento de *big data* industrial y propone un marco novedoso para la estructuración y caracterización de *big data* industrial heterogéneo de múltiples fuentes, y el modelado de factores invisibles para la transparencia del proceso de fabricación. Ese trabajo considera el mantenimiento predictivo de las instalaciones y el ahorro de energía mediante el uso de *big data* industrial.

2.3. *Vision Transformers* (ViT)

La red neuronal *transformer* es una arquitectura novedosa que tiene como objetivo resolver tareas de secuencia a secuencia manejando con facilidad las dependencias de largo alcance.

Se propuso por primera vez en el artículo *"Attention Is All You Need"* (Vaswani, y otros, 2017) y ahora es una técnica de vanguardia en el campo de la NLP. *Vision Transformer* en inglés, o ViT, es un modelo de clasificación de imágenes que emplea una arquitectura similar a la del *Transformer* sobre parches de la imagen. Una imagen se divide en parches de tamaño fijo, cada uno de ellos se incrusta linealmente, se añaden incrustaciones de posición y la secuencia resultante de vectores se introduce en un codificador *Transformer* estándar. Para llevar a cabo la clasificación, se utiliza el enfoque estándar de añadir un "token de clasificación" extra que puede ser aprendido, a la secuencia (Papers with Code, n.d.). El ViT ha logrado resultados prometedores en la clasificación de imágenes en comparación con las redes neuronales convolucionales, lo que ha inspirado su uso en distintos trabajos como Bazi, Bashmal, Rahhal, Dayil, & Ajlan (2021), Yue et al. (2021) y Zhang et al. (2021), los cuales utilizan activamente ViT con imágenes.

3. Metodología

En esta sección, describiremos los métodos para generar el dataset utilizado en el entrenamiento del modelo utilizado y la arquitectura de red neuronal utilizada.

3.1. Dataset

El dataset reúne múltiples imágenes de tomacorrientes, tanto en buen estado como en mal estado. Los datos fueron recogidos utilizando una cámara fotográfica Sony Cyber-Shot DSC Hx400 por los autores. Se recolectaron 934 imágenes, las cuales se encontraban en formato PNG. Los datos no contienen ningún tipo de información personal o identificable de los autores o de los lugares a los que pertenecen. Para el tratamiento de los datos se emplearon diversas librerías de Python como Keras y NumPy.

3.2. Diseño de la red neuronal

La red utilizada está basada en el trabajo de Salama (2021) que implementa el modelo *Vision Transformer* (ViT) de Alexey Dosovitskiy et al. (2020) para la clasificación de imágenes. El modelo ViT aplica la arquitectura *Transformer* con autoatención a secuencias de parches de imágenes, sin utilizar capas de convolución. La capa *PatchEncoder* transforma linealmente un parche proyectándolo en un vector de tamaño que se define como *projection_dim*. Además, añade una incrustación de posición que puede ser aprendida, al vector proyectado. El modelo ViT consiste en múltiples bloques *Transformer*, que utilizan la capa de tipo *MultiHeadAttention* como mecanismo de autoatención aplicado a la secuencia de parches. Los bloques *Transformer* producen un tensor de dimensiones [batch_size, num_patches, projection_dim], que se procesa a través de un cabezal clasificador utilizando activación *Softmax* para producir la salida final de probabilidades de clase. A diferencia de la técnica descrita en el artículo, que antepone una incrustación que se puede aprender a la secuencia de parches codificados para que sirva de representación de la imagen, todas las salidas del bloque *Transformer* final se reforman con una capa *Flatten* y se utilizan como entrada de representación de la imagen para el cabezal clasificador. Se debe tener en cuenta que la capa de tipo GlobalAveragePooling1D también podría utilizarse en su lugar para agregar las salidas del bloque *Transformer*, especialmente cuando el número de parches y las dimensiones de proyección son grandes.

4. Experimentos y Resultados

4.1. Configuración del entrenamiento

El tamaño original de las imágenes es 1440 pixeles de ancho por 1088 pixeles de alto. Las imágenes fueron tomadas en fondos de distintos colores para que el modelo se centrara en detectar la forma de las salidas eléctricas. Las imágenes de entrada se redimensionaron a 200 pixeles de ancho por 200 pixeles de alto para alimentar la Red Neuronal. Todo el conjunto de imágenes se etiquetó manualmente. Mostramos los resultados de nuestro método utilizando dos de los datos. Las muestras se agruparon por etiquetas, se barajaron y se dividieron en conjuntos de entrenamiento y prueba con una proporción de prueba del 15%. El entrenamiento y la ejecución del modelo se realizó en Google Colab, usando TensorFlow 2.0.0 como núcleo con Keras 2.3.1. Empleamos el algoritmo de optimización Adam W. La función de pérdida fue la *Categorical Cross Entropy* para ambas salidas. El modelo fue entrenado durante 100 épocas. En los datos de entrenamiento, se considera necesidad de mantenimiento cuando el tomacorriente presente deterioro, recalcando que la red usara solo la información visual para realizar la clasificación. Una vez entrenado el modelo, este puede ser desplegado en cualquier sistema como página web, app para teléfonos o cualquier dispositivo móvil.

4.2. Resultados

4.2.1. Resultados cuantitativos

La arquitectura descrita en la sección 3.2 fue entrenada para tomar imágenes capturadas por la cámara de teléfonos móviles y realizar la inferencia a través de un servicio web.

Los detalles sobre los conjuntos de datos utilizados para el entrenamiento y las pruebas se presentan en la sección IV-A. El dataset se dividió en entrenamiento y prueba como se muestra en la Tabla 1. Estos tienen una proporción del 85% para el entrenamiento y el 15% para la prueba o test. Se utilizaron 800 imágenes para entrenamiento y 134 imágenes para evaluar la precisión del método propuesto. Estas imágenes fueron etiquetadas manualmente y no participaron en el entrenamiento del modelo. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos por el modelo entrenado con los conjuntos de datos. Esta tabla muestra los resultados del modelo entrenado con el dataset propio. El conjunto de datos obtuvo una precisión del 99.78%. En cuanto a los resultados de la prueba, cuando se miden con las 134 imágenes etiquetadas manualmente, el conjunto de datos obtuvo una precisión del 94.78%.

Conjunto	#	Precisión (%)
Entrenamiento	800	85
Prueba (Test)	134	15
Total	934	100

Tabla 1 – Porcentajes de aciertos del modelo

Conjunto	Precisión (%)
Entrenamiento	99.72
Prueba (Test)	94.78

Tabla 2 – Porcentajes de aciertos del modelo

4.2.2. Resultados cualitativos

Para comprobar la eficacia del modelo entrenado, se realizaron pruebas con una serie de imágenes que el modelo no había visto previamente. La Figura. 2 muestra una serie de clasificaciones diferentes realizadas por nuestro sistema. Como puede verse, el sistema es capaz de clasificar eficazmente si necesita mantenimiento o no.

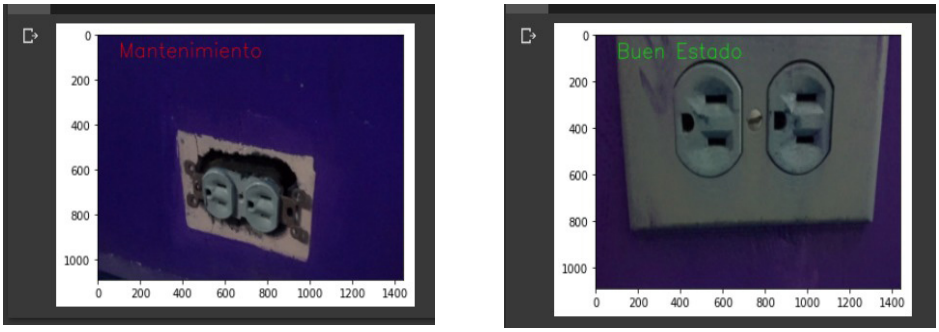


Figura 2 – Resultados obtenidos por el modelo clasificador utilizando imágenes del conjunto de prueba. La imagen superior determina la necesidad de mantenimiento, mientras que la imagen inferior indica un tomacorriente en buen estado.

Merece la pena examinar un caso de fallo que encontramos para el clasificador. La Figura. 3 muestra un caso particular en el que el resultado predicho es “necesita mantenimiento” y se encuentra en buen estado. Creemos que en este caso falla por el ángulo en que fue tomada la fotografía.

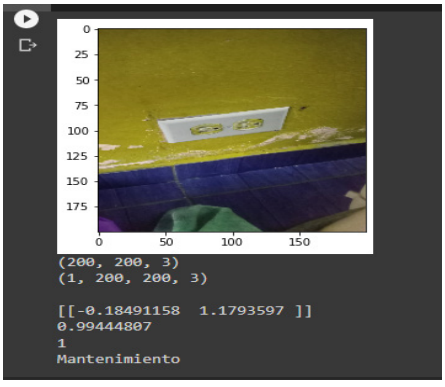


Figura 3 – Clasificación errónea.

5. Conclusión

La estimación de las condiciones de un tomacorriente dentro del hogar o empresa es una consideración importante, ya que puede evitar accidentes por electrocución principalmente en las casas donde residen infantes. En este trabajo, presentamos un modelo entrenado con una arquitectura de red neuronal *Vision Transformer* que permite identificar si un tomacorriente necesitaba mantenimiento o no. La arquitectura seleccionada ha demostrado su capacidad para aportar soluciones al problema bajo estudio. En este momento el sistema solo utiliza información visual, pero para futuros trabajos apoyaremos la decisión con más información. Para las siguientes fases, tenemos previsto ampliar el tamaño del dataset agregando más imágenes y condiciones de tomacorrientes y añadiendo también interruptores, así como la evaluación de otras arquitecturas de redes neuronales.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Capital Semilla del programa de inserción UTP 073-2021–SENACYT. J.R. y E.C. son apoyados por fondos del Sistema Nacional de Investigación de Panamá (SNI).

Referencias

Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., ... & Houlsby, N. (2020). An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. arXiv preprint arXiv:2010.11929..

Bazi, Y., Bashmal, L., Rahhal, M., Dayil, R., & Ajlan, N. (2021). Vision transformers for remote sensing image classification. Remote Sensing, 13, 516.

Bonnevay, S., Cugliari, J., & Granger, V. (2020). Predictive Maintenance from Event Logs Using Wavelet-Based Features: An Industrial Application. 14th International Conference on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications (SOCO 2019). Seville.

Botero, C. (1991). Mantenimiento preventivo. En Manual de mantenimiento. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje.

Campbell, R. (2022). Fatal Work Injuries Caused by Exposure to Electricity in 2020. NFPA's .

Canizo, M., Onieva, E., Conde, A., Charramendieta, S., & Trujillo, S. (2017). Real-time predictive maintenance for wind turbines using Big Data frameworks. 2017 ieee international conference on prognostics and health management (icphm).

Çınar, Z., Abdussalam Nuhu, A., Zeeshan, Q., Korhan, O., Asmael, M., & Safaei, B. (2020). Machine learning in predictive maintenance towards sustainable smart manufacturing in industry 4.0. Sustainability, 12, 8211.

Colone, L., Dimitrov, N., & Straub, D. (2019). Predictive repair scheduling of wind turbine drive-train components based on machine learning. Wind Energy, 22(9), 1230–1242.

DeepAI. (17 de mayo de 2019). Attention models. (DeepAI) Recuperado el 19 de 7 de 2022, de https://deepai.org/machine-learning-glossary-and-terms/attention-models

Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., . . . Gelly, S. (2021). An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. International Conference on Learning Representations 2021. Vienna.

Kaparthi, S., & Bumblauskas, D. (2020). Designing predictive maintenance systems using decision tree-based machine learning techniques. International Journal of Quality \& Reliability Management.

Kolokas, N., Vafeiadis, T., Ioannidis, D., & Tzovaras, D. (2020). A generic fault prognostics algorithm for manufacturing industries using unsupervised machine learning classifiers. Simulation Modelling Practice and Theory, 103, 102-109.

Kusiak, A., & Verma, A. (2011). A data-mining approach to monitoring wind turbines. IEEE Transactions on Sustainable Energy, 3(1), 150--157.

Leukel, J., Gonzalez, J., & Martin, R. (2021). Adoption of machine learning technology for failure prediction in industrial maintenance: A systematic review. Journal of Manufacturing Systems, 61, 87--96.

Lüttenberg, H., Bartelheimer, C., & Beverungen, D. (2018). Designing Predictive Maintenance for Agricultural Machines. ECIS 2018 Proceedings at AIS Electronic Library - Research Papers.

Neitzel, D. K., & Gauthier, T. L. (2013). Ground fault protection - GFCI or GFPE - there is a difference. 2013 IEEE IAS Electrical Safety Workshop, (págs. 207-210). Dallas. doi:10.1109/ESW.2013.6509025

Papers with Code. (s.f.). Vision Transformer. (Meta AI) Recuperado el Julio de 2022, de https://paperswithcode.com/method/vision-transformer

Rajakumar, M., Ramya, J., & Maheswari, B. (2021). Health monitoring and fault prediction using a lightweight deep convolutional neural network optimized by Levy flight optimization algorithm. Neural Computing and Applications, 33(19), 12513-12534.

Salama, K. (18 de 01 de 2021). Keras. Recuperado el Julio de 2022, de https://keras.io/examples/vision/image_classification_with_vision_transformer/

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A., . . . Polosukhin, I. (2017). Attention is All you Need. Advances in Neural Information Processing Systems.

Yan, J., Meng, Y., Lu, L., & Li, L. (2017). Industrial big data in an industry 4.0 environment: Challenges, schemes, and applications for predictive maintenance. IEEE Access, 5, 23484--23491.

Yue, X., Sun, S., Kuang, Z., Wei, M., Torr , P., Zhang, W., & Lin, D. (2021). Vision Transformer With Progressive Sampling. Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV).

Zhang, P., Dai, X., Yang, J., Xia, B., Yuan, L., Zhang, L., & Gao, J. (2021). Multi-Scale Vision Longformer: A New Vision Transformer for High-Resolution Image Encoding. Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV).

Zou, Z., Shi, Z., Guo, Y., & Ye, J. (2019). Object Detection in 20 Years: A Survey. (arXiv, Ed.) arXiv. doi:10.48550/ARXIV.1905.05055

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

Recebido/Submission: 15/11/2022
Aceitação/Acceptance: 20/02/2023

Proposta de um Algoritmo de Consenso para Plataformas *Blockchain* em Sistemas de Gestão de Saúde Privados

Fabricio Rodrigues Freire[1], William Ferreira Giozza[2], Carlo Kleber da Silva Rodrigues[3]

fabricio.freire@redes.unb.br; giozza@unb.br; carlo.kleber@ufabc.edu.br

[1] Programa de pós-Graduação Profissional em Engenharia Elétrica (PPEE), Universidade de Brasília (UnB), Brasília - DF, Brasil

[2] Departamento de Engenharia Elétrica, UnB, Brasília - DF, Brasil

[3] Centro de Matemática, Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André - SP, Brasil

Pages: 103-116

Resumo: Os registros médico-hospitalares relacionados aos pacientes e geridos por sistemas de gestão de saúde necessitam da implementação de controles que garantam a privacidade e segurança das informações. Neste contexto, diversos estudos apontam para viabilidade no emprego de tecnologias como *Blockchain* para o provimento de soluções que vão desde o controle de suprimentos médicos à gerência dos dados de pacientes. A tecnologia *Blockchain* possui diversos elementos para garantia dos requisitos necessários a sistemas de gestão de saúde, e um deles é o algoritmo para consenso entre os participantes da rede. Este artigo propõe um algoritmo de consenso baseado em votação e tolerante a falhas bizantinas aplicado a sistemas de gestão de saúde privados. Essa proposta é resultado de um estudo teórico envolvendo uma análise crítica sobre os requisitos necessários para a implementação de sistemas de gestão da saúde baseados em plataformas *Blockchain* privadas. Por fim, conclusões gerais e sugestões para trabalhos futuros encerram este artigo.

Palavras-chave: *Blockchain*; Algoritmos de Consenso; Sistemas de Gestão de Saúde; Segurança da Informação.

Blockchain Consensus Algorithm Proposal for Healthcare Management Systems

Abstract: Medical-hospital records related to patients and managed by health management systems require the implementation of controls that provide the privacy and security of information. In this context, many studies report to the feasibility of using technologies such as Blockchain to provide solutions ranging from the control of medical supplies to the management of patient data. Blockchain technology has many elements to guarantee the necessary requirements for health management systems, and one of them is the algorithm for consensus among

network participants. This article proposes a based-voting-and-byzantine-fault-tolerant consensus algorithm intended for application in private health systems. This proposal results from a theoretical study concerning the main requirements for the implementation of Blockchain platforms for private health systems. Finally, general conclusions and suggestions for future work close this article.

Keywords: Blockchain, Consensus Algorithm, Healthcare Management Systems, Information Security.

1. Introdução

Sistemas dedicados à gestão das informações médico-hospitalares advindas de pacientes devem fornecer condições para o armazenamento e análise dos registros, além de proverem subsídios para a definição de um tratamento mais adequado às suas condições sanitárias (Huru *et al,* 2022; Adere, 2022; Ismail & Materwala, 2020). Esses sistemas de gestão de saúde foram ganhando complexidade ao longo do tempo (Reibling et al, 2019; Dabbagh, 2021). Além da necessidade de garantir integridade, confidencialidade e disponibilidade nos prontuários médicos, esse tipo de sistema deve prover um processamento eficiente em razão do grande volume de dados gerado (Kaur, 2018).

Uma tecnologia de segurança da informação bastante promissora para a implementação de sistemas de gestão das informações médico-hospitalares é a *Blockchain,* que pode ser definida como uma base de dados distribuída onde os registros são armazenados em blocos (Zheng, 2018), embutindo elementos como criptografia, livro-razão (*ledger*) e algoritmo de consenso (Greve *et al*, 2018). Os elementos constituintes da *Blockchain* garantem suas propriedades tais como imutabilidade, integridade, atualidade, transparência, disponibilidade, descentralização e desintermediação (Hasan *et al*, 2022).

O uso da tecnologia *Blockchain* em sistemas para gestão da saúde permite por exemplo a implantação de mecanismos para a rastreabilidade e o controle de entrada e saída de insumos, evitando vultosos desperdícios de recursos (Brasil, 2021). Percebe-se então que os requisitos necessários para implementação de sistemas de gestão de saúde vão ao encontro das características dessa tecnologia (Qahtan, 2022; Sy, 2022; Ghayvat, 2021).

Um dos grandes desafios de sistemas construídos sobre plataformas baseadas em *Blockchain* é a obtenção de um acordo, ou consenso, entre participantes da corrente sobre a validade de um conjunto de transações para garantia da consistência dos registros ali contidos. Esse consenso pode ser alcançado com uma estratégia de comunicação baseada em algoritmos que permitem a partes desconhecidas entre si, que podem ser até adversárias, chegarem a um acordo sobre o estado atual e passado das informações armazenadas na base de dados. Existem dois modelos de decisão de consenso para correntes *Blockchain*: probabilístico para correntes públicas e determinístico para correntes privadas (Rodrigues e Silva, 2019).

No modelo probabilístico usa-se protocolos de consenso baseados em provas como por exemplo a prova de trabalho *(Proof-of-Work* – PoW) (Rodrigues, 2017) onde qualquer nó pode participar do protocolo de consenso e procurar acrescentar blocos, estendendo a corrente de blocos. Nesse modelo de consenso, múltiplas propostas de inserção de novos blocos podem ser feitas concorrentemente e gerar bifurcações na corrente, sendo

necessário aplicar uma regra probabilística onde o ramo da bifurcação mais longo ganha (Cao *et al,* 2020).

No modelo determinístico de decisão de consenso, apenas nós autorizados, conhecidos e identificados, executam um protocolo de consenso e devem votar pela aprovação ou rejeição de um bloco, e atingir um consenso antes de adicionar o novo bloco à corrente (Crain *et al,* 2018). O modelo determinístico permite prover um bom desempenho em termos da vazão de transações, mas apresenta limitações quanto à escalabilidade do número de participantes na corrente *Blockchain*.

Dentre os protocolos de consenso baseados em votação, uma classe particularmente interessante para a implementação de sistemas de gestão da saúde é a dos protocolos tolerantes a falhas bizantinas (*Byzantine Fault Tolerant* - BFT) que garantem a consistência da *Blockchain* sob comportamento malicioso (Qin *et al*, 2022).

Este trabalho tem como objetivo apresentar a proposta de um novo algoritmo de consenso denominado *Byzantine Fault Tolerance to Health* – H-BFT, baseado em votação e tolerante a falhas bizantinas, para compor uma plataforma *Blockchain* que atenda adequadamente aos requisitos dos sistemas de gestão de saúde. Essa proposta resulta de um estudo teórico envolvendo quatro dos principais algoritmos de consenso baseados em votação e tolerantes a falhas bizantinas existentes (*Pratical Byzantine Fault Tolerance* - pBFT, *Federated Byzantine Agreement* - FBA, *Delegated Byzantine Fault Tolerance* - dBFT e PAXOS), onde buscou-se identificar em cada um suas potencialidades e deficiências quando aplicadas ao contexto específico da saúde.

O restante do presente artigo está estruturado da seguinte forma. Na Seção 2 são apresentados os trabalhos relacionados mais relevantes sobre algoritmos de consenso e o emprego da tecnologia *Blockchain* no contexto da saúde. A Seção 3 apresenta um estudo teórico analisando os algoritmos de consenso selecionados e os requisitos de um sistema para gestão da saúde de modo a identificar os principais elementos necessários à especificação de um mecanismo de consenso que possa atender as necessidades existentes no domínio da gestão da saúde. Na Seção 4 é apresentada a proposta do novo algoritmo de consenso H-BFT. Por fim, na Seção 5 são apresentadas as conclusões e direcionamentos para trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Os dados relacionados a pacientes e médicos são sensíveis e os sistemas que realizam a gestão de saúde necessitam implementar controles que garantam segurança e eficiência exigida a esse domínio informacional. Diversos estudos têm identificado em tecnologias emergentes como *Blockchain*, as características necessárias ao pleno cumprimento desses requisitos de controle (Adere, 2022). Esta Seção apresenta alguns estudos relacionados ao contexto do presente artigo, cujo enfoque são frameworks que empregam *Blockchain* aplicado ao domínio da gestão da saúde, evidenciando a relevância do assunto.

Em (Azbeg, 2022) é proposto o BlockMedCare, um *framework* com foco nos parâmetros segurança, escalabilidade e tempo de processamento, sendo projetado para o suporte ao monitoramento remoto de pacientes. Esse trabalho objetivou resolver o problema da escalabilidade com um banco de dados baseado em *InterPlanetary File System* - IPFS

(Labs P, 2022) e o mecanismo de consenso Clique PoA. Com esse algoritmo buscou-se acelerar o consenso e o consequente armazenamento de dados, uma vez que ele não demanda grandes recursos computacionais.

No *framework* chamado Ancile (Dagher et al, 2018), foram utilizados *Smart Contracts* (SC) para efetuar as operações de Consenso, Classificação, Histórico de Serviço, Propriedade, Permissões e Criptografia. O emprego de SC objetivou uma melhor experiência para o usuário, e a redução de danos à privacidade dos dados. Para tratar a questão do consenso entre os nós da rede, foi escolhido o QuorumChain, que utiliza SC para gerenciar o processo de votação que cada bloco recebe para considerar a validade do mesmo.

Outro *framework* voltado para área médica é definido em (Singh et al, 2022), e utiliza em conjunto as tecnologias IoT, pelo uso de dispositivos para coleta de dados, *Blockchain*, na garantia de compartilhamento seguro dos dados coletados, e *Federated Learning* (FL), para preservação da privacidade, segurança e escalabilidade do sistema. Nesse trabalho, optou-se por um mecanismo de consenso PoW, contudo, chegou-se ao entendimento que era necessário o desenvolvimento de um algoritmo para lidar com os nós do tipo FL.

De forma semelhante é definido o S2HS (Tripathi et al, 2020), um sistema inteligente de saúde que utiliza os recursos de uma arquitetura IoT, agregando os aspectos de segurança da *Blockchain*. Embora estabeleça um modelo robusto para atender as questões relacionadas a temática da saúde, esse trabalho não aborda questões de escalabilidade nem define um algoritmo de consenso para o sistema.

(Bawany et al, 2022) propõe um *framework* denominado BlockHeal, com foco em telemedicina. Foi definido a partir da identificação das fragilidades existentes nesse modelo de comunicação, e procurou explorar características da tecnologia Blockchain, como segurança, tolerância a falhas, transparência e imutabilidade, com uma implementação baseada em *Hyperledger Fabric*, mas não apresenta especificações a respeito do mecanismo de consenso utilizado.

O *framework* hOCBS (Miyachi & Mackey, 2021) é uma proposta para interação de uma *Blockchain* direcionada ao setor da saúde, com recursos *off-chain*, mantendo as características de escalabilidade, menor gasto com armazenamento e melhoria na privacidade dos dados, próprias a esse tipo de sistema, e agregando a recursos da tecnologia *Blockchain*, para montar uma estrutura que garanta um modelo híbrido nesse aspecto.

Em (Rahman *et al,* 2022), há uma especificação de *framework* baseado nas tecnologias *Internet of Medical Things* - IoMT e *Blockchain* sobre uma estrutura de comunicação 5G *Edge*. Esse trabalho buscou estabelecer meios para preservação da privacidade e integridade dos dados, criptografando as informações antes do armazenamento, e apresentou resultados de experimentos que atestaram a viabilidade e eficiência do *framework* proposto.

A Tabela 1 resume os trabalhos avaliados, e é possível observar que a maioria deles traz especificações da arquitetura de um sistema para resolver os problemas inerentes ao tema da gestão da saúde, mas deixa uma lacuna quanto aos critérios para definição dos algoritmos de consenso elencados. Além disso, esses trabalhos estabelecem a

privacidade dos dados médicos como um aspecto preponderante na implementação, não se aprofundando em outras questões que podem ser relevantes, como eficiência e principalmente escalabilidade.

Referência	Aspectos avaliados	Enfoque	Tipo de Algoritmo
(Azbeg, 2022)	*Integridade, privacidade e controle de acesso*	*IoT, Blockchain, Saúde e IPFS*	*Adoção de algoritmo Clique PoA não fundamentada*
(Dagher et al, 2018)	*Privacidade e controle de acesso*	*IoT, Blockchain, Saúde e Smart Contracts*	*Adoção de algoritmo QuorumChain não fundamentada*
(Singh et al, 2022)	*Privacidade, segurança e escalabilidade*	*IoT, Blockchain, Saúde e FL*	*Algoritmo de consenso que envolve gasto computacional*
(Tripathi et al, 2020)	*Confidencialidade e privacidade*	*IoT, Blockchain e Saúde*	*Não definição de um algoritmo para a proposta, e direcionado a um modelo de saúde específico*
(Bawany et al, 2022)	*Segurança, tolerância a falhas, transparência e imutabilidade*	*IoT, Blockchain e Saúde*	*Não define um algoritmo de consenso para plataforma*
(Miyachi & Mackey, 2021)	*Privacidade*	*Blockchain e saúde*	*Não define um algoritmo de consenso para plataforma*
(Rahman et al, 2022)	*Privacidade e integridade*	*IoMT, Blockchain, saúde e 5G Edge*	*Não define um algoritmo de consenso para plataforma*

Tabela 1 – Síntese dos trabalhos relacionados

Todas essas questões deixam clara a necessidade de aprofundamento dos estudos a respeito dos algoritmos de consenso que atendam aos requisitos necessários a sistemas para gestão da saúde, e servem de fundamentação para proposta constante na Seção 4.

3. Estudo Teórico

Nesta Seção é apresentado um estudo teórico analisando os requisitos necessários a um algoritmo de consenso aplicado a sistemas de gestão da saúde. Busca-se identificar os principais elementos necessários à especificação de um mecanismo de consenso que possa atender as necessidades existentes no domínio da gestão da saúde. O estudo é focado em quatro mecanismos de consenso baseados em votação e tolerantes a falhas bizantinas: *Practical Byzantine Fault Tolerance* (pBFT), *Federated Byzantine Agreement* (FBA), *Delegated Byzantine Fault Tolerance* (dBFT) e PAXOS.

Como visto na Seção 2, há uma heterogeneidade quanto ao tipo de algoritmo de consenso utilizado em sistemas de gestão de saúde, contudo, destacam-se algumas características comuns nesse contexto:

Blockchain privada – Dos sete *frameworks* avaliados, apenas um faz referência a uma *Blockchain* pública. Esse fato se justifica pela necessidade de acesso aos dados circulantes apenas por um grupo específico, o próprio paciente e o médico envolvido no processo de avaliação desses registros.

Algoritmo baseado em votação - Algoritmos baseados em provas implicam no recebimento de uma recompensa ao realizar tal esforço e são recomendados em redes que possuem um grande número de participantes. No caso específico dos sistemas de gestão de saúde, imagina-se uma quantidade limitada de nós, o que sugere o emprego de um algoritmo baseado em votação (Zhang e Jacobsen, 2018; Nguyen e Kim, 2018).

Privacidade *versus* Eficiência - Embora a busca pela eficiência seja um fator importante, a literatura indicou a privacidade das informações registradas como o foco da maioria dos sistemas. Tal fato é reforçado pelos dispositivos regulatórios na legislação dos países, como no Brasil (Brasil, 2018[1]; Brasil, 2018[2]).

3.1. Algoritmos de Consenso

A seguir, serão apresentadas algumas das principais características dos algoritmos de consenso avaliados no presente estudo.

Practical Byzantine Fault Tolerance (pBFT)

Proposto em (Castro e Liskov, 1999), é adaptado à comunicação assíncrona entre os nós da rede e direcionado a sistemas distribuídos, que estabelece a replicação de máquinas de estado como princípio para tolerar a falha bizantina.

Com o pBFT, a obtenção do consenso ocorre em três etapas, *pre-prepare*, *prepare* e *commit*. Após uma requisição feita por um cliente C, o líder (réplica 0) propõe uma mudança de estado e os nós realizam uma verificação do conteúdo em suas bases locais (*pre-prepare*) e, caso validado, é enviada para todos os participantes da rede uma mensagem de preparo (*prepare*), onde cada um deles espera o recebimento de $\frac{2n}{3}+1$ mensagens válidas, sendo *n* o número de nós existentes na rede, e após isso é passado para próxima etapa (*commit*), confirmando a transação, para que depois esse estado seja replicado em todas as bases locais.

Os principais fatores limitantes do algoritmo pBFT são a escalabilidade (Xiao *et al*, 2020) e a segurança, especificamente no que se refere ao atraso na conclusão das requisições (Amir *et al*, 2011).

Federated Byzantine Agreement (FBA)

O mecanismo de consenso *Federated Byzantine Agreement* (FBA) propõe que os enlaces entre os participantes da rede sejam definidos por cada um deles, formando a sua própria corrente de modo descentralizado. Esses enlaces são denominados fatias de quórum que se cruzam aos pares para garantir que as informações validadas entre eles não sejam contraditórias (Florian *et al*, 2022; Gaul *et al*, 2019).

Existem duas implementações importantes do algoritmo FBA, os protocolos *Ripple Protocol Consensus Algorithm* e *Stellar Consensus Protocol*, ambas trabalhando com duas etapas para validação de suas transações (Bracciali *et al,* 2021).

Em termos de segurança, o FBA é vulnerável à possibilidade de um nó malicioso causar danos à rede, criando diversas identidades falsas, o Sybil ataque (Iqbal e Matulevičius, 2021), um problema recorrente em algoritmos baseados em votação.

Delegated Byzantine Fault Tolerance (dBFT)

O algoritmo *Delegated Byzantine Fault Tolerance* (dBFT) é uma variação do pBFT que estabelece, em sua versão 2.0, um consenso baseado em três etapas e se propõe a ser mais eficiente por realizar uma votação *real time*, eliminando o tempo de bloqueio e confirmação das transações. O algoritmo dBFT implementa o conceito de consenso rotativo, mas apresenta uma falha de segurança, que se manifesta na possibilidade de um nó malicioso criar mais de um estado para o mesmo bloco (*spork*) (Wang *et al*, 2022).

PAXOS

Esses mecanismos de consenso possuem o algoritmo PAXOS como ancestral comum, com modificações para atender a necessidades específicas do contexto em que são utilizados (Lamport, 1998). Os processos em um algoritmo PAXOS são executados em duas etapas e assumem um ou mais papeis no seu decorrer, identificados como *proposers,* que são responsáveis pela proposição de valores para realizar o consenso; *acceptors são os* elementos responsáveis pela escolha de um valor proposto; e *learners,* que aprendem sobre o valor decidido.

Os quatro algoritmos apresentados possuem uma extensa lista de estudos realizados sobre suas potencialidades e fragilidades ao longo do tempo. Observa-se que a junção de algumas características, associadas à adoção de procedimentos para salvaguarda, permitem a concepção de mecanismos de consenso que garantam a privacidade esperada ao domínio informacional da saúde.

3.2. Requisitos para Sistemas de Gestão de Saúde

A avaliação sobre os estudos referenciados na Seção 2 evidenciou cinco requisitos essenciais ao domínio de sistemas de gestão da saúde, que estabelecem uma trilha para a concepção de um novo algoritmo de consenso. Tais requisitos são descritos a seguir.

Confidencialidade: Como visto na Seção 2, a privacidade é a grande preocupação dos sistemas de gestão de saúde, tanto pela questão regulatória quanto pelos constantes ataques cibernéticos, como o *ransomware*. O conceito de confidencialidade está diretamente ligado à privacidade, pois é a garantia de proteção contra acesso indevido às informações (ISO, 2018; Rodrigues e Silva, 2019; Sy *et al,* 2022).

Disponibilidade: Esse conceito diz respeito à garantia de acesso aos dados a qualquer momento que se faça necessário, e para isso um sistema deve oferecer a continuidade de seus serviços e respostas tempestivas àqueles que podem acessá-los (Sy *et al,* 2022).

Integridade: O conceito de integridade diz respeito à impossibilidade de alteração dos dados por parte de indivíduos não autorizados, visando evitar o prejuízo pela danificação desse ativo (ISO, 2018). Para mitigar esse problema, são empregadas técnicas como versionamento e redundância das informações (*backups*) (Zhang *et al*, 2022).

Escalabilidade: É a capacidade de um sistema entregar um serviço com a mesma qualidade, mesmo que haja uma mudança no cenário de sua inserção ou um acréscimo nos seus clientes (Bouraga, 2021). Algoritmos do tipo BFT possuem escalabilidade limitada, quando comparados a mecanismos de consenso baseados em provas, e

oferecem boas condições de desempenho apenas quando o número de réplicas é limitado (Vukolić, 2016).

Segurança: A tecnologia *Blockchain* possui vulnerabilidades que podem ser exploradas, como o ataque Sybil (Neshenko *et al*, 2019; Hashmat *et al*, 2022). Esse tipo de ataque ocorre quando um ente malicioso tenta controlar a rede criando outros nós vinculados a ele (Iqbal e Matulevičius, 2021), para que ele assuma o controle da rede.

4. Proposta do H-BFT

Esta Seção apresenta uma proposta de mecanismo de consenso baseado em votação e tolerante a falhas bizantinas e voltado a sistemas de gestão de saúde, dentro de um contexto de incertezas quanto à privacidade dos registros médicos de pacientes e dos profissionais de saúde responsáveis pelos diagnósticos.

4.1. Características do algoritmo proposto

O algoritmo proposto, denominado *Byzantine Fault Tolerance to Health* (H-BFT), é um algoritmo de consenso baseado em votação e tolerante a falhas bizantinas, cujas características são descritas a seguir.

Fatiamento contínuo (*continuous slicing*)

A implementação do H-BFT baseia-se no princípio do fatiamento contínuo para obtenção do consenso inspirado na ideia de fatiamento do quórum descrita no algoritmo FBA. O que doravante é proposto pretende estabelecer um quórum mínimo de indivíduos honestos na rede, a partir da lista retornada pelos verificadores. Esse quórum mínimo (*slice*) é expresso por $\frac{T-i}{2}+1$, onde *T* corresponde ao total de participantes verificados e *i* o total de indivíduos já selecionados e, caso o consenso não seja obtido, uma nova rodada é executada. Isso objetiva mitigar possíveis problemas de escalabilidade, comuns em grandes redes que utilizam algoritmos do tipo BFT.

Verificadores (*verifiers*)

No H-BFT, com o intuito de mitigar possíveis ataques do tipo Sybil, foi criado o papel *verifier*, que percorre toda a rede, de forma assíncrona à tentativa de consenso, aplicando um algoritmo de reputação, conforme descrito em (Zhou e Hwang, 2007), para compor uma lista de *acceptors* honestos. Os nós que assumirão o papel de *verifiers* serão responsáveis pela manutenção da lista de indivíduos confiáveis prontos para votar e receberem votos.

Os processos H-BFT podem então assumir os papéis de *leader*, que é responsável pelo recebimento de valores e proposição dos mesmos para estabelecimento de um consenso; *acceptor,* responsável pela escolha de um valor proposto; e *verifier,* que é responsável pela lista de nós idôneos da rede.

Consenso rotativo

O H-BFT implementa o conceito de reputação tal qual o algoritmo dBFT (Wang et al, 2022) que, associado à lista de nós verificados, altera o *leader* continuamente, propondo

um mecanismo de classificação *Peer-to-Peer* (P2P) distribuído de modo a selecionar os nós respeitáveis de forma dinâmica (Zhou & Hwang, 2007).

4.2. Implementação do algoritmo proposto

A Figura 1 exemplifica de forma simples as trocas de mensagens entre os participantes da rede durante a execução do H-BFT, representando a execução para obtenção do consenso entre as partes.

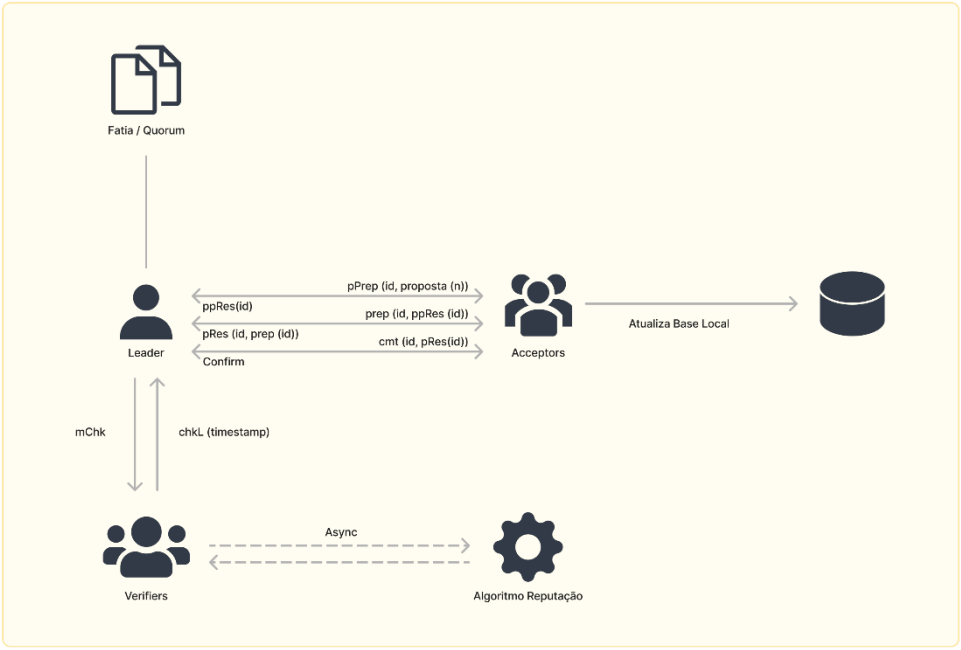


Figura 1 – Fluxo do Algoritmo H-BFT

O funcionamento do H-BFT é descrito detalhadamente na Tabela 2 em termos dos papéis e das respectivas ações nos processos que buscam a obtenção do consenso. A execução básica do algoritmo H-BFT inicia escolhendo-se um *leader* (consenso rotativo).

Papel	Ação
leader	*1. Recebe proposta de um cliente* *2. Envia mChk para os verifiers da rede*
verifier	*3. Recebe mChk* *4. Retorna chkL(timestamp)*
leader	*5. Aguarda chkL dos verifiers* *6. CASO chkL recebida esteja expirada ENTÃO descarta chkL SENÃO atualiza chkL local FIM* *7. Seleciona proposta(n)* *8. Envia pPrep(id, proposta (n)) para acceptors (slice)*

Papel	Ação
acceptor	*9. Recebe pPrep(id, proposta (n))* *10. Verifica sua base de dados local* *11. CASO base esteja correta ENTÃO Envia ppRes(id) para leader FIM*
leader	*12. Recebe ppRes(id)* *13. CASO quórum não seja suficiente para consenso e ainda haja nós honestos na rede ENTÃO Voltar para Ação 2* *SENÃO Envia prep (id, ppRes(id)) a quem respondeu FIM*
acceptor	*14. Recebe prep (id, ppRes(id))* *15. Envia pRes(id, prep(id)) para leader*
leader	*16. Recebe pRes (id, prep(id))* *17. Envia cmt (id, pRes(id)) para quem respondeu*
acceptor	*18. Recebe cmt (id, prep(id))* *19. Confirma a transação (mensagem cRes)* *20. Atualiza base*

Tabela 2 – Especificação do Algoritmo H-BFT

O *leader* ao receber uma proposta para inserção de um novo registro feita por um cliente (ação 1), solicita (ação 2) aos nós *verifiers* por meio de pedido de verificação (*mChk*) uma lista atualizada de nós confiáveis.

Os *verifiers* recebem a mensagem com o pedido de verificação (ação 3) e encaminham (ação 4) uma lista de nós confiáveis (*chkL*) para o *leader*, passando o selo de temporização (*timestamp*) da lista como parâmetro.

O *leader* aguarda as respostas à sua solicitação (ação 5) e ao receber uma lista de nós confiáveis (ação 6), verifica se o *timestamp* de geração da lista é anterior ao da lista em sua posse; se isso for verdade a lista recebida é descartada, caso contrário, ele atualiza a sua lista local. O *leader* então seleciona a proposta(n) (ação 7) e envia (ação 8) uma mensagem de *pre-prepare (pPrep*), contendo o *id* da mesma e a proposta com seu respectivo *id*, para os *acceptors* constantes na fatia de quórum.

Ao receber a mensagem *pPrep* (ação 9), o *acceptor* verifica a sua base de dados local (ação 10) e, caso ela esteja correta, ele responde ao *leader* (ação 11) com uma mensagem *pre-prepare response* (*ppRes*), passando o *id* da mesma como parâmetro.

O *leader* recebe a mensagem *pre-prepare* response (ação 12) enviada por um *acceptor* e avalia o número de respostas recebidas (ação 13). Caso o quórum ainda não seja suficiente para o consenso e ainda haja nós honestos na rede, ele retorna para o início do fluxo (ação 2) e executa a sequência de ações novamente; caso contrário, ele envia uma mensagem *prepare* (*prep*), passando o seu id e a mensagem *prepare response*, para cada *acceptor* que respondeu.

Os *acceptors* recebem (ação 14) a mensagem de *prepare* (*prep*) e retornam (ação 15) suas mensagens *prepare response* (*pRes*) para o *leader*.

O *leader* recebe (ação 16) as respostas (*pRes*) dos *acceptors* e então envia (ação 17) uma mensagem de *commit* (*cmt*) para os *acceptors* que responderam.

Os *acceptors* ao receberem (ação 18) a mensagem de *commit* (*cmt*), confirmam (ação 19) a transação por meio de mensagens *commit response* (*cRes*) e atualizam (ação 20) as suas bases.

A proposta deste algoritmo do consenso teve como referência as características de quatro algoritmos muito utilizados. No entanto, observa-se que os aspectos inseridos para mitigar a ocorrência de erros, atendendo plenamente a uma estrutura voltada ao domínio da gestão da saúde, necessitam da execução de testes para validação de sua efetividade na solução do problema.

5. Conclusões

O presente artigo apresentou uma proposta de algoritmo de consenso baseado em votação, tolerante a falha bizantina e aplicado a sistemas de gestão de saúde, denominado *Byzantine Fault Tolerance to Health* (H-BFT). O algoritmo H-BFT proposto caracteriza-se por uma combinação criteriosa de características dos algoritmos pBFT, FBA, dBFT e PAXOS, além da agregação de elementos para mitigar ataques cibernéticos do tipo Sybil.

Com o H-BFT, foram introduzidos dois conceitos passíveis de implementação: o fatiamento contínuo, destinado à mitigação de fragilidades na escalabilidade em correntes *Blockchain*, e o emprego de validadores com a função de manter uma rede de confiança, diminuindo a possibilidade da atuação de nós maliciosos.

Esta proposta é resultado de um estudo sobre *frameworks* aplicados à gestão de sistemas de saúde, onde identificou-se uma preocupação predominante com os elementos mais sensíveis, como a privacidade dos dados de pacientes e médicos.

Como trabalhos futuros, sugere-se a execução de testes em ambientes simulados, e a implementação do algoritmo com o objetivo de validar os processos aqui estabelecidos.

Referências

Adere, E. (2022). *Blockchain in Healthcare and IoT: A Systematic Literature Review*. *Array* (New York) 14. 100139. Web.

Amir, Y. (2011). *Prime: Byzantine Replication under Attack*. IEEE *Transactions on Dependable and Secure Computing*. vol. 8, no. 4, pp. 564-577, July-Aug. 2011, doi: 10.1109/TDSC.2010.70.

Azbeg, K. *et al.* (2018). *BlockMedCare: A healthcare system based on IoT, Blockchain and IPFS for data management security*. *Egyptian Informatics Journal*, Volume 23, issue 2, 2022, pp. 329-343, ISSN 1110-8665.

Bawany, N. *et al.* (2022). *Integrating Healthcare Services Using Blockchain-Based Telehealth Framework*. IEEE *Access* 10 (2022): 36505-6517. *Web*.

Bouraga, S. (2021). *A taxonomy of blockchain consensus protocols: A survey and classification framework*. *Expert Systems with Applications*. vol. 168. 2021.

Bracciali, A., *et al.* (2021). *Decentralization in open quorum systems: Limitative results for Ripple and Stellar*. 2nd *Tokenomics 2020*, pp. 5:1–5:20. Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum für Informatik, Dagstuhl, Germany (2021)

Brasil. (2018). Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil. (2018). Lei nº 13.787, de 27 de dezembro de 2018. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil. (2021). Relatório de Auditoria nº 879316 do Ministério da Saúde - Avaliação da Prestação Anual de Contas, CGU. 2021. https://eaud.cgu.gov.br/.

Cao, B. *et al.* (2020). *Performance analysis and comparison of PoW, PoS and DAG based blockchains. Digital Communications and Networks*. vol. 6. Issue 4. 2020. pp.480-485. https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.12.001

Castro, M. e Liskov, B. (1999). *Practical Byzantine Fault Tolerance. Third Symposium on Operating Systems Design and Implementation*. https://pmg.csail.mit.edu/papers/osdi99.pdf

Crain, T. *et al.* (2018). *DBFT: Efficient Leaderless Byzantine Consensus and its Application to Blockchains*. 2018. IEEE 17th *International Symposium on Network Computing and Applications* (NCA). 2018. pp. 1-8.

Dabbagh, M. *et al. A survey of empirical performance evaluation of permissioned blockchain platforms: Challenges and opportunities*. *Computers Security*. vol. 100, p. 102078, 2021.

Dagher, G. *et al.* (2018). Ancile: Privacy-preserving framework for access control and interoperability of electronic health records using blockchain technology, Sustainable Cities and Society, vol 39. 2018. pp. 283-297.

Florian, M. *et al.* (2022). *The sum of its parts: Analysis of federated byzantine agreement systems*. Distrib. Comput. 2022.

Gaul, A. *et al.* (2019). *Mathematical Analysis and Algorithms for Federated Byzantine Agreement Systems*. ArXiv. 2019. https://doi.org/10.48550/arxiv.1912.01365

Ghayvat, H. *et al.* (2021). *SHARIF: Solid Pod-Based Secured Healthcare Information Storage and Exchange Solution in Internet of Things*. IEEE *Transactions on Industrial Informatics*. vol. 18, no. 8, pp. 5609-5618, 2022.

Greve, F. *et al.* (2018). *Blockchain* e a Revolução do Consenso sob Demanda. Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. ed. XXXVI. c. 5. 2018. Sociedade Brasileira de Computação.

Hasan, K. *et al.* (2022). *A blockchain-based secure data-sharing framework for Software Defined Wireless Body Area Networks*. *Computer Networks*. vol. 211. 2022. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2022.109004.

Hashmat, F. *et al.* (2022). *An Automated Context-aware IoT Vulnerability Assessment Rule-set Generator*. *Computer Communications* 186. 2022. 133-52. *Web*.

Huru H. *et al.* (2022). *A novel blockchain-enabled heart disease prediction mechanism using machine learning*. *Computers and Electrical Engineering*. vol. 101, 2022, 108086.

Iqbal, M. e Matulevičius, R. (2021). *Exploring Sybil and Double-Spending Risks in Blockchain Systems*. IEEE *Access*, vol. 9, pp. 76153-76177, 2021.

Ismail, L. e Materwala, H. (2020). *Blockchain paradigm for healthcare: Performance evaluation, Symmetry*, vol. 12, no. 8, 2020.

ISO Central Secretary (2018). *Information technology — security techniques — information security management systems — overview and vocabulary*. *Standard* ISO/IEC TR 27000:2018. *International Organization for Standardization*. Geneva, CH, 2018.

Kaur, H. (2018). *A Proposed Solution and Future Direction for Blockchain-Based Heterogeneous Medicare Data in Cloud Environment*. *Transactional Processing Systems* (2018). https://doi.org/10.1007/s10916-018-1007-5.

Labs P. (2022). *IPFS Powers the Distributed Web*. *online*. 2022. https://ipfs.io/.

Lamport, L. (1998). *The Part-Time Parliament*. *ACM Transactions on Computer Systems* . 1998. 133-169. *Web*.

Miyachi, K. e Mackey, T. K. (2021). *HOCBS: A Privacy-preserving Blockchain Framework for Healthcare Data Leveraging an On-chain and Off-chain System Design*. *Information Processing & Management*. 2021. 102535. *Web*.

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. 2008. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf.

Neshenko, N. *et al.* (2019). *Demystifying IoT Security: An Exhaustive Survey on IoT Vulnerabilities and a First Empirical Look on Internet-Scale IoT Exploitations*. IEEE *Communications Surveys and Tutorials*. 2019. Web.

Nguyen, G. e Kim, K. (2018). *A Survey about Consensus Algorithms Used in Blockchain*. *Journal of Information Processing Systems*. v.14. pp.101-128 2018

Qahtan, S. *et al* (2022). *Novel Multi Security and Privacy Benchmarking Framework for Blockchain-Based IoT Healthcare Industry* 4.0 *Systems*. IEEE *Transactions on Industrial Informatics*, vol. 18, no. 9, pp. 6415-6423. 2022.

Qin, H. *et al.* (2022). *Weighted Byzantine Fault Tolerance consensus algorithm for enhancing consortium blockchain efficiency and security*, *Journal of King Saud University*. *Computer and Information Sciences*. 2022.

Rahman, M. *et al.* (2022). *Privacy Aware Internet of Medical Things Data Certification Framework on Healthcare Blockchain of* 5G *Edge*. *Computer Communications. vol. 192. pp 373-381.* 2022..Reibling, N. *et al.* (2019). *Worlds of healthcare: A healthcare system typology of oecd countries*. *Health Policy*, vol. 123, no. 7, pp. 611–620, 2019.

Rodrigues, C. K. S. (2021). *Analyzing blockchain integrated architectures for effective handling of iot-ecosystem transactions*. *Computer Networks*. vol. 201. p. 108610. 2021.

Rodrigues, C. K. S. e Silva, P.C. (2019). Uma análise de algoritmos de consenso para *Blockchain* visando à implementação de Sistemas de Informação Distribuídos e Transparentes. Revista de Sistemas e Computação. Salvador. vol. 9, n. 1, p. 163-188. 2019.

Rodrigues, C. K. S. (2017). Uma análise simples de eficiência e segurança da Tecnologia *Blockchain*. Revista de Sistemas e Computação. Salvador, vol. 7, n. 2, p. 147-162. 2017.

Singh, S. *et al.* (2022). *A framework for privacy-preservation of IoT healthcare data using Federated Learning and blockchain technology*. *Future Generation Computer Systems*. vol. 129. 2022. pp. 380-388.

Sy, L. *et al.* (2022). *A survey of application research based on blockchain smart contract*. *Wireless Netw*. pp. 635–690. 2022.

Tripathi, G. *et al.* (2020). *S2HS- A blockchain based approach for smart healthcare system*. *Healthcare*. vol. 8. issue 1. 2020.

Vukolić, M. (2016). *The Quest for Scalable Blockchain Fabric: Proof-of-Work vs. BFT Replication*. *Camenisch, J., Kesdoğan, D. (eds) Open Problems in Network Security*. iNetSec 2015. *Lecture Notes in Computer Science*. vol 9591. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39028-4_9.

Wang, Q. *et al.* (2022). *Formal Security Analysis on dBFT Protocol of* NEO. arXiv. 2022. https://doi.org/10.48550/arxiv.2105.07459.

Xiao, Y. *et al.* (2020). *A Survey of Distributed Consensus Protocols for Blockchain Networks*. IEEE *Communications Surveys & Tutorials*. vol. 22, no. 2, pp. 1432-1465, *Secondquarter*. 2020, doi: 10.1109/COMST.2020.2969706.

Zhang, K. e Jacobsen, H. (2018). *Towards Dependable, Scalable, and Pervasive Distributed Ledgers with Blockchains*. 2018. IEEE 38th *International Conference on Distributed Computing Systems* (ICDCS). 2018. pp. 1337-1346.

Zhang, Y, *et al.* (2022). *Distributed data backup and recovery for software-defined wide area network controllers*. *Trans Emerging Tel Tech*. 2022;33(4):e4411. doi:10.1002/ett.4411

Zheng, Z. (2018). *Blockchain challenges and opportunities: a survey*. *International Journal of Web and Grid Services* v. 14, n. 4, pp. 352–375. 2018.

Zhou, R. e Hwang, K. (2007). *PowerTrust: A Robust and Scalable Reputation System for Trusted Peer-to-Peer Computing*. IEEE *Transactions on Parallel and Distributed Systems*. 2007. Web.

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

Recebido/Submission: 19/11/2022
Aceitação/Acceptance: 07/02/2023

Innovación, elementos e interacción en el aprendizaje para el emprendimiento: Una revisión sistemática de literatura

Juca-Aulestia Marcelo[1], Iriarte-Solano Margoth[2], Estevao-Romeiro Artieres[3], Andrade-Vargas Lucy[4]

jmjuca@utpl.edu.ec; miririarte@utpl.edu.ec; aeromeiro@utpl.edu.ec; ldandrade@utpl.edu.ec

[1,2,3,4] Universidad Técnica Particular de Loja, Loja 1101608, Loja, Ecuador.

Pages: 117-130

Resumen: El presente estudio tiene como propósito conocer sobre la "educación, elementos e interacción sobre en el aprendizaje del emprendimiento", a través de una revisión sistemática de literatura. Se aplica una metodología SLR enfocada a la educación, en la cual se seleccionaron 46 artículos de la Base de Datos Scopus. Los resultados permiten identificar la importancia de implementar programas curriculares y métodos de enseñanza para el emprendimiento educativo donde integren experiencias prácticas, enseñanza experimental, participación de docentes invitados y la unificación de asignaturas, además de la colaboración entre socios y donantes para el desarrollo económico con programas de formación colaborativos generando competencias como los conocimientos informáticos, las redes y oportunidades de calidad. Se debe llevar una orientación y formación para el emprendimiento enfocados en casos e historias de vida de los estudiantes y aplicar modelos para promover el espíritu emprendedor y una educación empresarial. En conclusión, la formación para el emprendimiento permite generar ideas innovadoras para dar solución a las necesidades de las personas a través de la creatividad, la capacidad emprendedora y el emprendimiento

Palabras-clave: Innovación, emprendimiento, interacción, educación.

Abstract: The purpose of this study is to learn about "education, elements and interaction on entrepreneurship learning", through a systematic review of the literature. An SLR methodology focused on education is applied, in which 46 articles were selected from the Scopus Database. The results allow identifying the importance of implementing curricular programs and teaching methods for educational entrepreneurship where they integrate experiences, experimental teaching, participation of guest teachers and the unification of subjects, in addition to collaboration between partners and donors for economic development with programs of collaborative training revealing skills such as computer skills, networks and quality opportunities. An orientation and training for entrepreneurship should be carried out focused on cases and life stories of students and apply models to promote entrepreneurship and entrepreneurial education. In conclusion, training

for entrepreneurship allows the generation of innovative ideas to provide solutions to people's needs through creativity, entrepreneurship and entrepreneurship.

Keywords: Innovation, entrepreneurship, interaction, education.

1. Introducción

La formación para el emprendimiento es muy importante actualmente ya que permite explorar la identidad del estudiante emprendedor, es así que la misión de las nuevas universidades deben promover nuevas estrategias y herramientas para la generación de innovación apuntadas al emprendimiento, haciendo una evolución de las mismas y aplicando nuevos mecanismos para la transferencia de tecnología y conocimientos para asumir el desarrollo económico (Feola et al., 2020). Por todo esto es importante la implementación de programas curriculares que estén enfocados al emprendimiento y la innovación para desarrollar en el estudiante habilidades y competencias en educación empresarial.

Para la investigación se encontraron 46 estudios relacionados con la educación para el emprendimiento los cuáles dieron respuestas a las preguntas sobre los elementos, la interacción y como se hace la educación para el emprendimiento.

La investigación se la realizo tomando como referente a la metodología aplicada por Torres-Carrion et al., (2018) aplicando un mentefacto conceptual, adicional las búsquedas se realizaron en la base de datos Scopus.

2. Revisión de Literatura

La investigación se la realizó en tres tiempos: planificación, producción y presentación de la propuesta, según la metodología aplicada para ingeniería y educación por Torres-Carrión et al., (2018).

2.1. Planificación

Preguntas de búsqueda

La educación para el emprendimiento es muy importante, ya que los estudiantes deben tener las bases necesarias para el desarrollo de la creatividad y la innovación en el emprendimiento basada en la tecnología para el crecimiento personal y profesional en las empresas, por lo que es importante conocer que elementos, interacción y educación existe para el emprendimiento, para lo cual se ha tuvo en cuenta las siguientes preguntas:

- RQ1: ¿Qué elementos intervienen en la educación para el emprendimiento?
- RQ2: ¿Qué tipos de interacción existe en la educación para el emprendimiento?
- RQ3: ¿Cómo se hace la educación para el emprendimiento?

Mapa conceptual

El mapa conceptual propuesto en la Fig. 1, muestra las pautas para la revisión sistemática con respecto a la educación para el emprendimiento, en el que consta por su lado izquierdo las características del estudio propuesto, mientras que por la parte derecha se

encuentra las partes excluyentes de la investigación, y en la parte inferior se encuentran las palabras claves que constan en la base de datos.

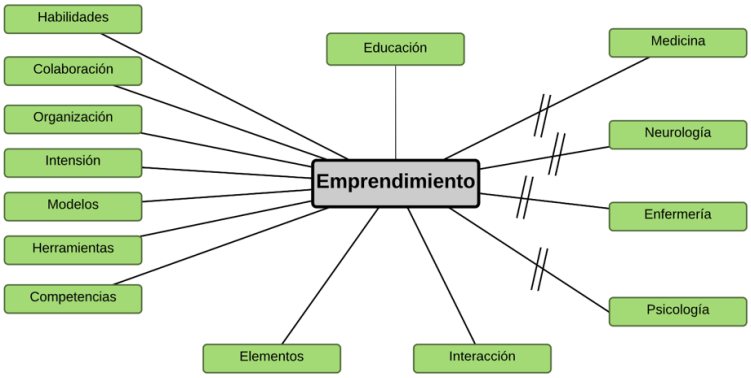


Figura 1 – Mapa conceptual acorde a Torres-Carrion et al., (2018).

Estructura de búsqueda semántica

En cuanto a la búsqueda se generó un script con 5 niveles, en el primer nivel se refiere a la educación en emprendimiento, en el segundo se definió los elementos que intervienen en el emprendimiento, en el tercero la interacción que existe, en el cuarto la realización del emprendimiento y finalmente en el quinto se encuentran las preguntas de investigación para la búsqueda semántica.

L1	Educación	(formación OR educación OR capacitación) AND (emprendedurismo OR enprendeduría OR innovación)
L2	Elementos	(“programa educacional” OR curriculum OR conocimiento OR competencias OR habilidades)
L3	Interacción	(colaboración OR organización OR intensión)
L4	Emprendimiento	(framework OR modelo OR herramientas)
L5	Preguntas	RQ1: ¿Qué elementos intervienen en la educación para el emprendimiento? RQ2: ¿Qué tipos de interacción existe en la educación para el emprendimiento? RQ3: ¿Cómo se hace la educación para el emprendimiento?

Tabla 1 – Estructura de revisión

2.2. Realización de la revisión

Selección de las revistas y base de datos

La selección de revistas se organizó de acuerdo con la base de datos Scopus, se presentan las revistas relevantes donde se indexan los trabajos, las cuales se encuentran en la Tabla 2.

Revistas	JCR	SJR	
	IF	IF	Q
Foresight and STI Governance	0,57	0,49	Q1
Asia Pacific Management Review	0,72	0,71	Q1
Eastern Journal of European Studies	0,97	0,24	Q1
Educacion XX1	3,265	0,75	Q1
Education and Training	2,275	0,74	Q1
Entrepreneurship and Regional Development	5,149	1,67	Q1
EuroMed Journal of Business	0,88	0,68	Q1
International Entrepreneurship and Management Journal	5,94	1,34	Q1
International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research	1,863	1,24	Q1
International Journal of Management Education	2,707	1,17	Q1
Journal of Business Research	7,55	2,05	Q1
Journal of Small Business and Enterprise Development	0,71	0,73	Q1
Management Decision	4,957	0,92	Q1
Studies in Higher Education	4,379	1,74	Q1
Psicoperspectivas	-	0,34	Q2
Chinese Management Studies	1,676	0,34	Q2
Folklor/Edebiyat	-	0,13	Q2
Frontiers in Psychology	2,988	0,95	Q2
Industry and Higher Education	0,94	0,44	Q2
International Journal of Entrepreneurship and Small Business	-	0,45	Q2
Journal of the Knowledge Economy	1,964	0,48	Q2
Journal of Science and Technology Policy Management	0,81	0,47	Q2
Contaduria y Administracion	-	0,24	Q3
Academy of Strategic Management Journal	-	0,24	Q3
African Journal of Library Archives and Information Science	0,828	0,17	Q3
Higher Education, Skills and Work-Based Learning	0,8	0,36	Q3
International Review of Management and Marketing	-	0	Q3
Revista Lasallista de Investigacion	-	0,13	Q4
Avances en Psicologia Latinoamericana	0,13	0,17	Q4
Zbornik Instituta Za Pedagoska Istrazivanja	0,36	0,11	Q4

Tabla 2 – Revistas relevantes donde han sido publicados.

Revisiones sistemáticas relacionadas

Durante la investigación se examinó literatura de alto impacto y originalidad en el estudio, la búsqueda sistemática se la realizó en la base de datos SCOPUS. Uno de los mayores retos fue que la revisión se adaptó a las preguntas de investigación planteadas en la propuesta; a continuación, se presentan los hallazgos de la revisión encontrada.

Definición de criterios de inclusión y exclusión

La presente investigación tiene diferentes criterios de selección, los cuales permitieron dar respuesta a las preguntas de investigación propuestas y así cumplir con los objetivos de la misma.

Criterios específicos

- Estudios que incluyan los elementos en la educación para el emprendimiento.
- Estudios que permitan la interacción para la educación para el emprendimiento.
- Estudios que presenten como realizan la educación para el emprendimiento.

Parámetros de exclusión

- Estudios de astronomía.
- Estudios en áreas específicas (Medicina, Neurología, Enfermería, Psicología).

2.3. Reporte de la revisión

Tabla 3 muestra los trabajos según RQ1: ¿Qué elementos intervienen en la educación para el emprendimiento?

Variables	Autores	Frecuencia (*f*)
Plan de estudios	(Karajic, 2015) (Bonesso et al., 2020) (Haneberg & Aadland, 2020) (Vargas et al., 2020) (Lombardi et al., 2017) (Otache, 2019) (Imaginário et al., 2017) (Gibson & Tavlaridis, 2018) (Licha & Brem, 2018)	9
Currículo	(Valencia Beltran et al., 2013) (Saji & Nair, 2018) (Licha & Brem, 2018) (Toding & Venesaar, 2018) (Cui et al., 2021) (Bernal Guerrero & Cárdenas Gutiérrez, 2017) (Shirokova et al., 2017) (Otache et al., 2020) (Bonesso et al., 2020)	9
Conocimientos	(Garcia Bernabeu et al., 2019) (Hägg, 2021) (Shahin et al., 2021) (Gabrielsson et al., 2020), (Aldianto et al., 2018) (Othman & Nasrudin, 2016) (Hägg & Kurczewska, 2016)	7
Competencias	(Ikolo & Ogbomo, 2019) (Garcia Bernabeu et al., 2019) (Solesvik & Westhead, 2019) (Safin et al., 2016), (Bonesso et al., 2020), (Saji & Nair, 2018) (Karajic, 2015) (Gasso et al., 2017), (Johannisson, 2016).	9
Capacidad	(Albornoz-Arias et al., 2021) (Johannisson, 2016) (Hägg, 2021)	3

Table 3 – Elementos intervienen en la educación para el emprendimiento

Entre algunos elementos que se debe introducir en los planes de estudios como parte de las competencias para el desarrollo de educación para el emprendimiento, es el espíritu empresarial (Karajic, 2015), sistematizar las metodologías de los programas educativos para que el estudiante desarrolle competencias asociadas a la inteligencia emocional, social y cognitiva orientadas a mejorar el desempeño (Bonesso et al., 2020); además, implementar el aprendizaje social como un elemento integral de aprendizaje de los estudiantes en la educación emprendedora (Haneberg & Aadland, 2020). Por otra parte, se puede mencionar que en la formación para el emprendimiento se la debe abordar como cultura y ejecutarla como una buena planificación de enseñanza, tomando en cuenta la conexión entre universidad - empresa – estado, para trabajar en contextos reales (Vargas et al., 2020).

En esta perspectiva, es importante que los gobiernos inviertan en programas de emprendimiento, que apoyen al desarrollo de sistemas regionales de innovación (Lombardi et al., 2017), incluyan la educación empresarial dentro de los planes de estudios de las universidades; y, especialmente en el proceso de desarrollo se debe contar con profesores emprendedores, que tengan un inclinación empresarial (actitudes, comportamientos empresariales e intenciones) para que exista una verdadera transferencia de conocimiento y especialmente de actitudes (Otache, 2019). Además, los gobiernos y las universidades deben promover el desarrollo de habilidades en el área del emprendimiento a través de la creación y gestión de empresas (Imaginário et al., 2017), utilizar la pedagogía del aprendizaje basado en el trabajo para integrar habilidades empresariales dentro de la universidad (Gibson & Tavlaridis, 2018), aplicar métodos de enseñanza eficaces donde se combinen las experiencias prácticas, enseñanza experimental, participación de docente invitados, la integración de materias optativas interdisciplinares y actividades extracurriculares, todo ello con la finalidad de tener contacto con empresas e inversionistas (Licha & Brem, 2018).

En este mismo orden de ideas, en los programas curriculares se debe incorporar el emprendimiento e innovación con el fin de dar a conocer los procesos teóricos y prácticos enfocados en estos temas (Valencia Beltran et al., 2013); además, diseñar y mejorar los plan de estudios, especialmente en aspectos centrales como las habilidades y competencias en la educación empresarial (Saji & Nair, 2018), los cuales deben estar debidamente estructurados y con métodos de enseñanza eficaces para la generación de incubadoras que apoyen y complementen la economía (Licha & Brem, 2018), considerando la necesidad de comprender sistemáticamente los conceptos de enseñanza en el ámbito empresarial (Toding & Venesaar, 2018). Para ello se destaca como puntos fundamentales los atributos educativos, la experiencia de aprendizaje y los tipos de actividades (Cui et al., 2021) que a la hora de enseñar deben ser el eje articulador de un proceso educativo. Así mismo, el espíritu empresarial se debe implementar de forma gradual en la instituciones a través de los programas (Bernal Guerrero & Cárdenas Gutiérrez, 2017) para impulsar el razonamiento causal y efectivo de la experiencia empresarial para el emprendimiento (Shirokova et al., 2017), minimizando el impacto en el desempleo de los graduados (Otache et al., 2020), más allá de tomar en cuenta los programas curriculares es importantes mejorar las guías didácticas con el enfoque del emprendimiento (Bonesso et al., 2020).

Las instituciones educativas deben promover la educación empresarial para que los estudiantes tengan conocimientos y habilidades empresariales, desarrollen su

talento, estimulen el autoempleo (Garcia Bernabeu et al., 2019), y autoconciencia para el fomento de conocimientos condicionales sobre decisiones empresariales para la creación de empresas (Hägg, 2021); además, del conocimiento en el impacto de los programas de emprendimiento en la intención empresarial (Shahin et al., 2021), es importante explorar aquel que se genera en los estudiantes a partir de la investigación de la pedagogía en la educación empresarial (Gabrielsson et al., 2020), porque es importante para agregar conocimiento a las perspectivas de los estudiantes para generar insumos y procesos para la producción en las empresas (Aldianto et al., 2018), de aquí, que la participación de los estudiantes en programas de emprendimiento para captar el interés en el emprendimiento y mejorar los conocimientos y habilidades es fundamental (Othman & Nasrudin, 2016), fortaleciendo la comprensión filosófica y teórica en la educación empresarial (Hägg & Kurczewska, 2016).

En la actualidad existe una gran necesidad por desarrollar las competencias empresariales en los estudiantes para que fomente el espíritu empresarial (Ikolo & Ogbomo, 2019), por lo que es importante generar competencias en innovación, creatividad, emprendimiento, la capacidad emprendedora (Garcia Bernabeu et al., 2019), la alfabetización informática, capacidad para identificar oportunidades de alta calidad y creación de redes (Solesvik & Westhead, 2019), profesionales, funcionales, empresariales, sociales y comunicativas (Safin et al., 2016), inteligencia emocional, social y cognitiva (Bonesso et al., 2020), por lo que las instituciones educativas y los docentes deben diseñar e implementar planes de estudio que enfaticen en las competencias y habilidades sobre educación empresarial (Saji & Nair, 2018), además de reconocer al emprendimiento en el currículo como una de las competencias básicas para el desarrollo de la educación para el emprendedor (Karajic, 2015). El fomento de competencias en las instituciones tienen resultados significativos en cuanto a la creación de nuevas empresas y el nivel de empleabilidad (Gasso et al., 2017), en sí solo, la educación puede dar las competencias necesarias a los estudiantes para emprender (Johannisson, 2016).

Además, los estudiantes deben tener la capacidad para detectar y aprovechar las oportunidades con base a la creatividad y al innovación para generar oportunidades en el emprendimiento (Albornoz-Arias et al., 2021), así como capacidades afectivas, cognitivas y conativas para crear una empresa a través del conocimiento científico (Johannisson, 2016); y, capacidades de reflexión por medio de actividades aprendizaje autorregulado en emprendimiento para emitir juicios en condiciones apremiantes (Hägg, 2021).

Tabla 4 muestra los trabajos según RQ2: ¿Qué tipos de interacción existe en la educación para el emprendimiento?

Variables	Autores	Frecuencia (*f*)
Colaboración	(Hasan et al., 2017) (Imaginário et al., 2017), (Lombardi et al., 2017).	3
Organización	(Sörensson & Bogren, 2020)	1
Intención	(Zhang et al., 2019) (Solesvik & Westhead, 2019) (Otache et al., 2019) (Saji & Nair, 2018) (Sun et al., 2017) (Nabi et al., 2018) (Ševkušić et al., 2018) (Trivedi, 2016)	8

Table 4 – Tipos de interacción existe en la educación para el emprendimiento

La educación en emprendimiento tiene una impacto significativo en el estudiante universitario con la colaboración de socios y donantes que ayudan al desarrollo económico (Hasan et al., 2017), es muy importante las relaciones interpersonales y la colaboración en los programas de formación en emprendimiento ya que permiten la comercialización de productos (Imaginário et al., 2017), atendiendo a la demanda de competitividad global (Lombardi et al., 2017). Se requiere además, organizar el aprendizaje en el proceso emprendedor para establecer un ambiente creativo y colaborador (Sörensson & Bogren, 2020).

El aprendizaje empresarial es un factor importante ya que permite identificar a las personas con estas actitudes y se puede mejorar la intensión emprendedora (Zhang et al., 2019), teniendo en cuenta algunas competencias como los conocimientos informáticos, las redes y oportunidades de calidad (Solesvik & Westhead, 2019), por lo que es importante desarrollar planes de estudio de educación en emprendimiento (Otache et al., 2019), además de diseñar cursos con énfasis en la competencias y habilidades que pretende mejorar la educación empresarial (Saji & Nair, 2018), cursos que sean relevantes para nutrir la intención y el vacío en conocimientos en la educación empresarial (Sun et al., 2017). Se debe considerar además la influencia de la educación empresarial en los primeros años de educación superior para incrementar en los estudiantes las intenciones emprendedoras (Nabi et al., 2018), teniendo en cuenta las iniciativas de crecimiento personal y la percepción del contexto (Ševkušić et al., 2018), siendo estos muy positivos en el control conductual (Trivedi, 2016)

Tabla 5 muestra los trabajos según RQ3: ¿Cómo se hace la educación para el emprendimiento?

Variables	Autores	Frecuencia (*f*)
Estructura (Framework)	(Alvarado Blanquer et al., 2020) (Festeu et al., 2020) (Nielsen & Gartner, 2017).	3
Modelo	(Toding & Venesaar, 2018) (Dou et al., 2019) (Sun et al., 2017) (Hägg, 2021) (Aldianto et al., 2018) (Erden, 2019) (Feola et al., 2020) (Trequattrini et al., 2018) (Sörensson & Bogren, 2020).	9
Herramientas	(Shih & Huang, 2017) (Hwang et al., 2021).	2

Table 5 – Educación para el emprendimiento

Se ha podido observar que la orientación y la formación son la base para para el emprendimiento, por ello debe estar enfocado en estudios de caso e historias de vida de los estudiantes (Alvarado Blanquer et al., 2020); así mismo, es importante incluir programas de educación empresarial en programas o asignaturas de emprendimiento, en donde se aborde la gestión de proyectos y el liderazgo, la propiedad intelectual, la innovación y el espíritu empresarial (Festeu et al., 2020), trabajar en un marco, en donde, las universidades puedan explorar la identidad de los estudiantes valiéndose de procesos psicológicos y plataformas digitales para ayudarlos ser emprendedores (Nielsen & Gartner, 2017).

Ahora bien, de entre los modelos existe el modelo conceptual de enseñanza aprendizaje para el diseño de programas de educación empresarial que contribuyen a la comprensión más sistemática para la educación en el emprendimiento (Toding & Venesaar, 2018), tomando en cuenta tres áreas: curricular, recursos del entorno social y el entorno regulatorio (Dou et al., 2019), que vincule los componentes de educación del emprendimiento (Por qué, Qué, Cómo y Quién), lo cuales influyen en la actitud e intenciones emprendedoras de los estudiantes (Sun et al., 2017); por otra parte, se habla de modelos de instrucción guiados por maestros creando una agenda de investigación en la práctica con elementos del mundo real para promover la educación empresarial (Hägg, 2021), identificando productos, procesos e insumos para poderlos gestionar desde un modelo universitario y gubernamental (Aldianto et al., 2018), para ello, se requiere escoger los docentes y el tipo de motivación tienen los candidatos referente al emprendimiento (Erden, 2019), se destaca también el desarrollo emprendedor con el uso de un modelo de triple hélice (universidad, gobierno, empresa) para el desarrollo y transferencia de los resultados de investigación (Feola et al., 2020), y para mejorar y gestionar el capital intelectual (Trequattrini et al., 2018); y, por último el modelo de Foley que permite en emprendimiento basándose en 3 elementos el proceso (proceso clave), personas (competencias) y lugar (ambiente de aprendizaje) (Sörensson & Bogren, 2020).

Se requiere promover la educación para el emprendimiento basada en tecnología, lo que permitirá la innovación y el crecimiento (Shih & Huang, 2017), hacer uso de herramientas o software que faciliten el análisis de conglomerados textuales como TxtViz para tener un conocimiento profundo referente a la formación para el emprendimiento (Hwang et al., 2021).

4. Conclusiones

En función a la revisión bibliográfica realizada en la base de datos Scopus, dando como resultado documentos que son de relevancia para nuestra investigación y que dan respuesta a las preguntas propuestas para el aprendizaje del emprendimiento se menciona: (Q1) Creación e incorporación de programas curriculares para desarrollar competencias de inteligencia emocional social y cognitiva, para conocer los procesos teóricos y prácticos sobre emprendimiento e innovación con el fin de generar incubadoras, además de que existan métodos de enseñanza eficaces donde se combinen las experiencias prácticas, enseñanza experimental, participación de docentes invitados y la integración de materias optativas interdisciplinares y actividades extracurriculares para tener contacto con empresas e inversionistas; se debe tener una buena planificación de enseñanza teniendo en cuenta la conexión entre universidad - empresa - estado. Se debe promover la educación empresarial para que los estudiantes tengan conocimientos y habilidades empresariales para el desarrollo del talento y estimular el autoempleo y fomentar las competencias en innovación, creatividad, emprendimiento y la capacidad emprendedor, de la alfabetización informática, capacidad para identificar oportunidades de alta calidad y creación de redes, profesionales, funcionales, empresariales, sociales y comunicativa, inteligencia emocional, social y cognitiva; (Q2) la colaboración de socios y donantes que ayudan al desarrollo económico, a través de relaciones interpersonales y la colaboración en los programas de formación en emprendimiento para la comercialización de productos, organizar el aprendizaje en el proceso emprendedor para

establecer un ambiente creativo y colaborador, generar cursos para nutrir la intención y el vacío en conocimientos en la educación empresarial, identificar a las personas para mejorar su intensión emprendedora, teniendo en cuenta algunas competencias como los conocimientos informáticos, las redes y oportunidades de calidad y (Q3) La orientación y la formación son la base para para el emprendimiento, el cual debe estar enfocado en estudios de caso e historias de vida de los estudiantes inclusión de programas o asignaturas de emprendimiento en donde se aborde la gestión de proyectos y el liderazgo, la propiedad intelectual, la innovación y el espíritu empresarial, trabajar con un modelo conceptual de enseñanza aprendizaje para el diseño de programas de educación empresarial, tomando en cuenta tres áreas: curricular, recursos del entorno social y el entorno regulatorio; así mismo, modelos de instrucción guiados por maestros creando una agenda de investigación en la práctica con elementos del mundo real para promover la educación empresarial, identificando productos, procesos e insumos para poderlos gestionar desde un modelo universitario y gubernamental, con el uso de un modelo de triple hélice (universidad, gobierno, empresa) , hacer uso del modelo de Foley que permite en emprendimiento basándose en 3 elementos el proceso (proceso clave), personas (competencias) y lugar (ambiente de aprendizaje).

Referencias

Albornoz-Arias, N., Contreras-Velásquez, J. C., Espinosa-Castro, J. F., & Barrios, M. E. S. (2021). Entrepreneurial capacities in population of the base of the pyramid in Cúcuta, Colombia [Capacidades emprendedoras en población de la base de la pirámide en Cúcuta, Colombia]. Contaduria y Administracion, 66(1). https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2021.2188

Aldianto, L., Anggadwita, G., & Umbara, A. N. (2018). Entrepreneurship education program as value creation: Empirical findings of universities in Bandung, Indonesia. Journal of Science and Technology Policy Management, 9(3), 296–309. https://doi.org/10.1108/JSTPM-03-2018-0024

Alvarado Blanquer, A., Suárez Ortega, M., & Sánchez García, M. F. (2020). Trayectorias emprendedoras en personas con discapacidad: Características y condicionantes a través de estudios de caso X1 Entrepreneurial trajectories in people with disabilities: Characteristics and conditioning factors through case studies. Psicoperspectivas, 19(2), 44–55.

Bernal Guerrero, A., & Cárdenas Gutiérrez, A. R. (2017). Assessment of enterprise potential in students. A longitudinal study . Educacion XX1, 20(2), 73–94. https://doi.org/10.5944/educXX1.14162

Bonesso, S., Gerli, F., Zampieri, R., & Boyatzis, R. E. (2020). Updating the Debate on Behavioral Competency Development: State of the Art and Future Challenges. Frontiers in Psychology, 11. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01267

Cui, J., Sun, J., & Bell, R. (2021). The impact of entrepreneurship education on the entrepreneurial mindset of college students in China: The mediating role of inspiration and the role of educational attributes. International Journal of Management Education, 19(1). https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.04.001

Dou, X., Zhu, X., Zhang, J. Q., & Wang, J. (2019). Outcomes of entrepreneurship education in China: A customer experience management perspective. Journal of Business Research, 103, 338–347. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.058

Erden, H. (2019). Influence of teacher candidates' motivation on social entrepreneurship: A qualitative study. Folklor/Edebiyat, 25(97), 499–514. https://doi.org/10.22559/FOLKLOR.964

Feola, R., Parente, R., & Cucino, V. (2020). The Entrepreneurial University: How to Develop the Entrepreneurial Orientation of Academia. Journal of the Knowledge Economy. https://doi.org/10.1007/s13132-020-00675-9

Festeu, D., Turlakova, N., & Crudu, R. (2020). Entrepreneurship education programme tailored to Eastern European neighbouring countries. Eastern Journal of European Studies, 11(2), 266–283. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102113155&partnerID=40&md5=cb88d21f81fea4ffc6632191d99b8ab4

Gabrielsson, J., Hägg, G., Landström, H., & Politis, D. (2020). Connecting the past with the present: the development of research on pedagogy in entrepreneurial education. Education and Training, 62(9), 1061–1086. https://doi.org/10.1108/ET-11-2019-0265

Garcia Bernabeu, A., Aura Esteve, C., Capo-Vicedo, J., & Tomas-Miquel J., V. (2019). DEVELOPING ENTREPRENEURSHIP COMPETENCIES FROM PRIMARY SCHOOL TO UNIVERSITY: THE IDEAT-KIDS AND BUSINESS FACTORY PROJECTS AT UPV ALCOY CAMPUS. 13TH INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE (INTED2019), 8356–8363.

Gasso, V., Lizarza, A., & Garcia, E. (2017). 'Learning-by-doing'- Skills Training for Entrepreneurship. Case Study: Degree in Entrepreneurial Leadership and Innovation (LEINN). CONGRESO NACIONAL DE INNOVACION EDUCATIVA Y DOCENCIA EN RED (IN RED 2017), 965–975.

Gibson, D., & Tavlaridis, V. (2018). Work-based learning for enterprise education? The case of Liverpool John Moores University "live" civic engagement projects for students. Higher Education, Skills and Work-Based Learning, 8(1), 5–14. https://doi.org/10.1108/HESWBL-12-2017-0100

Hägg, G. (2021). The entrepreneurial diary – a reflective learning activity to enhance the judgmental abilities of student entrepreneurs. International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research, 27(5), 1142–1165. https://doi.org/10.1108/IJEBR-07-2020-0496

Hägg, G., & Kurczewska, A. (2016). Connecting the dots: A discussion on key concepts in contemporary entrepreneurship education. Education and Training, 58(7–8), 700–714. https://doi.org/10.1108/ET-12-2015-0115

Haneberg, D. H., & Aadland, T. (2020). Learning from venture creation in higher education. Industry and Higher Education, 34(3), 121–137. https://doi.org/10.1177/0950422219884020

Hasan, S. M., Khan, E. A., & Nabi, M. N. U. (2017). Entrepreneurial education at university level and entrepreneurship development. Education and Training, 59(7–8), 888–906. https://doi.org/10.1108/ET-01-2016-0020

Hwang, A., Fornaciari, C. J., Asarta, C. J., Arbaugh, J. B., & Ferrara, Z. (2021). An analysis of highly-cited scholarship in business and management education: Findings and future agendas. International Journal of Management Education, 19(1). https://doi.org/10.1016/j.ijme.2020.100447

Ikolo, V. E., & Ogbomo, E. F. (2019). A survey of career intentions and entrepreneurial competencies needs of library and information science (LIS) students in Delta and Edo States, Nigeria. African Journal of Library Archives and Information Science, 29(2), 157–166. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078619771&partnerID=40&md5=5e7c7ac144c7feb8783b0b2129330ce3

Imaginário, S., Cristo, E., Neves de Jesus, S., & Morais, F. (2017). Creation and management of pupil enterprises: Opinions of participating students and teachers on the Entrepreneurship in the School Program . Avances en Psicologia Latinoamericana, 35(1), 23–42. https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/apl/a.3710

Johannisson, B. (2016). Limits to and prospects of entrepreneurship education in the academic context. Entrepreneurship and Regional Development, 28(5–6), 403–423. https://doi.org/10.1080/08985626.2016.1177982

Karajic, D. (2015). Human Capital Dimension in Entrepreneurship Development - Croatian Experience. 4. Medunarodni Znanstveni Simpozij Gospodarstvo Istocne Hrvatske - Vizija I Razvoj, 571–578.

Licha, J., & Brem, A. (2018). Entrepreneurship education in Europe – Insights from Germany and Denmark. International Journal of Entrepreneurship and Small Business, 33(1), 1–25. https://doi.org/10.1504/IJESB.2018.10009482

Lombardi, R., Lardo, A., Cuozzo, B., & Trequattrini, R. (2017). Emerging trends in entrepreneurial universities within Mediterranean regions: An international comparison. EuroMed Journal of Business, 12(2), 130–145. https://doi.org/10.1108/EMJB-10-2015-0052

Nabi, G., Walmsley, A., Liñán, F., Akhtar, I., & Neame, C. (2018). Does entrepreneurship education in the first year of higher education develop entrepreneurial intentions? The role of learning and inspiration. Studies in Higher Education, 43(3), 452–467. https://doi.org/10.1080/03075079.2016.1177716

Nielsen, S. L., & Gartner, W. B. (2017). Am I a student and/or entrepreneur? Multiple identities in student entrepreneurship. Education and Training, 59(2), 135–154. https://doi.org/10.1108/ET-09-2014-0122

Otache, I. (2019). Enhancing the effectiveness of entrepreneurship education: the role of entrepreneurial lecturers. Education and Training, 61(7–8), 918–939. https://doi.org/10.1108/ET-06-2018-0127

Otache, I., Oluwade, D. O., & Idoko, E.-O. J. (2020). Entrepreneurship education and undergraduate students' self-employment intentions: do paid employment intentions matter? Education and Training, 62(7–8), 741–757. https://doi.org/10.1108/ET-02-2020-0032

Otache, I., Umar, K., Audu, Y., & Onalo, U. (2019). The effects of entrepreneurship education on students' entrepreneurial intentions: A longitudinal approach. Education and Training. https://doi.org/10.1108/ET-01-2019-0005

Othman, N., & Nasrudin, N. (2016). Entrepreneurship education programs in Malaysian polytechnics. Education and Training, 58(7–8), 882–898. https://doi.org/10.1108/ET-11-2014-0136

Safin, R. S., Shaidullina, A. R., Alikhanova, R. A., Muskhanova, I. V, Yusupkhadzhieva, T. V, Dzhamalkhanova, L. A., Mezhidova, F. V, Nigmetzyanova, V. M., & Akhmetov, L. G. (2016). Innovative entrepreneurship in education: A new look in the students training content and existing problems. International Review of Management and Marketing, 6(2), 51–56. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84959234477&partnerID=40&md5=e2396cae30c581157d7e501428c13dc7

Saji, B. S., & Nair, A. R. (2018). Effectiveness of innovation and entrepreneurship education in UAE higher education. Academy of Strategic Management Journal, 17(4). https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053321325&partnerID=40&md5=b02c2d05456aa1949c8a696a06b62d34

Ševkušić, S., Stojanović, L., & Simijonović, R. (2018). Which factors shape the intention of secondary school students in Serbia to pursue entrepreneurship? Zbornik Instituta Za Pedagoska Istrazivanja, 50(1), 158–181. https://doi.org/10.2298/ZIPI1801158S

Shahin, M., Ilic, O., Gonsalvez, C., & Whittle, J. (2021). The impact of a STEM-based entrepreneurship program on the entrepreneurial intention of secondary school female students. International Entrepreneurship and Management Journal. https://doi.org/10.1007/s11365-020-00713-7

Shih, T., & Huang, Y.-Y. (2017). A case study on technology entrepreneurship education at a Taiwanese research university. Asia Pacific Management Review, 22(4), 202–211. https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2017.07.009

Shirokova, G., Osiyevskyy, O., Morris, M. H., & Bogatyreva, K. (2017). Expertise, university infrastructure and approaches to new venture creation: assessing students who start businesses. Entrepreneurship and Regional Development, 29(9–10), 912–944. https://doi.org/10.1080/08985626.2017.1376516

Solesvik, M., & Westhead, P. (2019). Fostering of entrepreneurship competencies and entrepreneurial intentions in a weak ecosystem. Foresight and STI Governance, 13(4), 60–68. https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.4.60.68

Sörensson, A., & Bogren, M. (2020). Organizing an entrepreneurial learning programme: The role of people, process and place. Industry and Higher Education, 34(1), 13–23. https://doi.org/10.1177/0950422219857598

Sun, H., Lo, C. T., Liang, B., & Wong, Y. L. B. (2017). The impact of entrepreneurial education on entrepreneurial intention of engineering students in Hong Kong. Management Decision, 55(7), 1371–1393. https://doi.org/10.1108/MD-06-2016-0392

Toding, M., & Venesaar, U. (2018). Discovering and developing conceptual understanding of teaching and learning in entrepreneurship lecturers. Education and Training, 60(7–8), 696–718. https://doi.org/10.1108/ET-07-2017-0101

Torres-Carrion, P. V., Gonzalez-Gonzalez, C. S., Aciar, S., & Rodriguez-Morales, G. (2018). Methodology for systematic literature review applied to engineering and education. IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2018-April, 1364–1373. https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363388

Trequattrini, R., Lombardi, R., Lardo, A., & Cuozzo, B. (2018). The Impact of Entrepreneurial Universities on Regional Growth: a Local Intellectual Capital Perspective. Journal of the Knowledge Economy, 9(1), 199–211. https://doi.org/10.1007/s13132-015-0334-8

Trivedi, R. (2016). Does university play significant role in shaping entrepreneurial intention? A cross-country comparative analysis. Journal of Small Business and Enterprise Development, 23(3), 790–811. https://doi.org/10.1108/JSBED-10-2015-0149

Valencia Beltran, J. D., Valencia Arias, A., & Montano Arias, W. M. (2013). Perceptions of Training in Entrepreneurship Among University Students. ACTUALIDADES PEDAGOGICAS, 62, 143–164.

Vargas, S. M. Z., Otálora, A. M. C., & Vargas, Y. Z. (2020). Entrepreneurial intention and training in business administration programs. Revista Lasallista de Investigacion, 17(2), 41–49. https://doi.org/10.22507/rli.v17n2a3

Zhang, F., Wei, L., Sun, H., & Tung, L. C. (2019). How entrepreneurial learning impacts one's intention towards entrepreneurship: A planned behavior approach. Chinese Management Studies, 13(1), 146–170. https://doi.org/10.1108/CMS-06-2018-0556

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

Recebido/Submission: 21/11/2022
Aceitação/Acceptance: 27/02/2023

Provisión de Comunicación Síncrona en Moodle a través de Mensajería Instantánea

Lucy Delgado-Barra[1], Norka Bedregal-Alpaca[2], Karim Guevara-Puente de la Vega[3], Leticia Laura-Ochoa[4], Sofia Peñares-Pillaca[5], Erick Carpio-Hachiri[6]

ldelgado@unsa.edu.pe; nbedregal@unsa.edu.pe; kguevarap@unsa.edu.pe; llaurao@unsa.edu.pe; spenares@unsa.edu.pe; ecarpioha@unsa.edu.pe

[1,2,3,4,5,6] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú

Pages: 131-142

Resumen: Existe en la actualidad una exigencia en la educación superior por contar con herramientas para soportar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las plataformas virtuales como Moodle. Dentro de las diferentes implementaciones se tienen los SPOC (Small Private Open Course), que si bien tienen una naturaleza abierta, poseen dos características que los diferencian como son la adaptabilidad y la personalización al servicio de una mejor experiencia para el estudiante. Debido a ello, en este artículo se propone una arquitectura de soporte a la comunicación en tiempo real (síncrona), que permita asegurar el éxito en las actividades planificadas por el profesor. Se muestra el diseño de los plugins implementados y como esta arquitectura permite la integración de diferentes recursos desarrollados en base a herramientas como Docker y Phyton. Finalmente se muestran los resultados en relación a la provisión de servicios de comunicación usando la filosofía cliente/servidor.

Palabras-clave: LMS; SPOC; adaptabilidad, comunicación síncrona; eventos

Provision of Synchronous Communication in Moodle via Instant Messaging

Abstract: There is currently a demand in higher education to have tools to support the teaching-learning process in virtual platforms such as Moodle. Within the different implementations there are the SPOC (Small Private Open Course), which although they have an open nature, they have two characteristics that differentiate them, such as adaptability and customization at the service of a better experience for the student. Due to this, this article proposes an architecture to support communication in real time (synchronous), which allows ensuring the success of the activities planned by the teacher. The design of the implemented plugins is shown and how this architecture allows the integration of different resources developed based on tools such as Docker and Python. Finally, the results are shown in relation to the provision of communication services using the client/server philosophy.

Keywords: LMS; SPOC; adaptability, synchronous communication; events

1. Introducción

La comunicación entre profesor y estudiante es importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que garantiza el logro apropiado de competencias y saberes en una asignatura o curso, debido a que permite una adecuada retroalimentación. Este aspecto toma mucha más importancia en el ámbito virtual donde el contacto personal pareciera perderse. Este hecho se convirtió en el desafío más importante en los últimos años debido a la pandemia del COVID-19, como indica Garcia (2021), el pase obligado a modelos de educación remota exigió una rápida respuesta de las plataformas de soporte a las aulas virtuales, en torno a la educación digital, las que integraron y fortalecieron rápidamente recursos de comunicación estudiante-profesor en las actividades educativas.

La falta de comunicación efectiva, nos indica Bravo (2021), condiciona resultados negativos en los EVA (Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Dentro de las exigencias que la comunicación plantea, el de la comunicación síncrona entendida como comunicación en tiempo real y la asíncrona o fuera de línea. En el primer plano la actividad soportada generalmente es la videoconferencia, limitada por la verticalidad de la misma o la capacidad de que solo uno de los participantes haga uso de la misma. En el segundo plano los recursos son más variados, se tienen los foros, el correo electrónico o algún tipo de mensajería. En cualquiera de los casos, es claro que el profesor debe disponer de recursos para informar a sus estudiantes sobre nuevas actividades, el resultado de evaluaciones, consultas sobre actividades encomendadas, etc. Los estudiantes por su parte necesitan comunicarse con sus profesores en busca de asesorías o soporte a su aprendizaje.

En tanto la educación virtual se masifica, las necesidades de los estudiantes se personalizan más, como es en el caso de los SPOCs (Small Private Online Course) la necesidad de contar con un medio de comunicación en tiempo real, apropiado al perfil de los estudiantes, la mayoría de ellos nativos digitales. La satisfacción de esta necesidad marca la diferencia con los MOOC como lo destaca Fernandez et al (2021)

El objetivo de este artículo es presentar la arquitectura que soporta la comunicación síncrona en base a la mensajería instantánea en aulas virtuales implementadas en Moodle, los procesos que soporta y las herramientas utilizadas, se mostrará asimismo un ejemplo de funcionamiento de la misma.

2. Estado del Arte

2.1. SPOC (Small Private Online Course)

Cheng et al (2017) encontraron los patrones de comportamiento de los estudiantes univeristarios matriculados en un curso en línea, con el objetivo de comprender como estos interactúan con una plataforma SPOC, recopilando los comportamientos en línea durante todo el semestre, entre estas interacciones se encontraron las relaciones con el contenido, compañeros e instructores. Determinan que, en los SPOCs, se debe incluir el tiempo como uno de los factores para los patrones de comportamiento mensuales, mostrando que las preocupaciones de los estudiantes pueden cambiar con el tiempo. En segundo lugar, los investigadores deberían diseñar portafolios de aprendizaje para apoyar el aprendizaje autodirigido, bajo tales circunstancias controladas por el profesor,

finalmente los investigadores deberían preocuparse más por el tema de la comparación social en los SPOC.

Por su parte Filius et al (2018) indican la necesidad de lograr el aprendizaje profundo más que el aprendizaje superficial en un ambiente de educación SPOC, donde se presentan cinco desafíos como son la alineación en el aprendizaje de actividades, comprensión de las necesidades de los estudiantes, adaptabilidad en la estrategia de enseñanza, la cohesión social y la creación de dialogo; con el objetivo de diseñar una metodología de aprendizaje que permita a los estudiantes lograr el aprendizaje profundo en un ambiente educativo SPOC. Respecto a los cinco desafíos obtienen los siguientes resultados para "Alineación de las actividades de aprendizaje" se busca la simplicidad y la búsqueda de interacción rápida, "Comprensión de las necesidades de los estudiantes" donde comprobar la comprensión del material del curso fue más difícil sin lenguaje corporal, expresiones faciales y charlas informales rápidas Esta escasez de información impide la provisión de comentarios oportunos y personalizados, dedicando el mayor tiempo simplemente a la asignación de puntuaciones; "Adaptabilidad en la estrategia de enseñanza" el instructor de un SPOC carece de espacio para improvisación, espontaneidad y adaptabilidad, que a veces puede ser necesaria para adaptarse a las necesidades de los estudiantes y promover el aprendizaje profundo; "Cohesión social" es difícil ver la interacción entre el instructor-estudiante y entre estudiantes; "Crear diálogo" los instructores carecen de experiencia con respecto a los diálogos asincrónicos en línea y donde a menudo no saben cuándo ni cómo cuestionar y desafiar a los estudiantes, ni cómo cuestionar y guiar colaborativamente la discusión.

Nejkovic (2018) refiere los factores que influyen en el uso efectivo de la información en línea, contenido digital diseñado para los cursos de ingeniería y se evalúa el éxito de dichos sistemas utilizando la plataforma SPOC en un curso universitario. Expone la conclusión de que cada SPOC es único y personalizado según los requisitos de sus propios actores. El éxito de los SPOC depende en gran medida de cómo los instructores utilicen la plataforma en línea como sistema de apoyo. En consecuencia, la implementación de SPOC será exitosa o no dependiendo de que la usabilidad y los aspectos motivacionales entre los estudiantes pueda aumentar o disminuir.

Asimismo, Dávila et al. (2019) evalúa herramientas de comunicación asíncrona y síncrona para ver con cuales se logra la mayor interacción con y entre los estudiantes, siendo las herramientas analizadas para la comunicación síncrona los chatbot y los foros; mientras que en el caso de la comunicación asíncrona, se escogieron videos y textos aclaratorios; esto con la finalidad de medir la preferencia y efectividad en los estudiantes. Los resultados de la etapa comprobatoria evidencian que se presenta una disminución en la deserción de los SPOOCs al implementar los chatbot y videos como herramientas de interacción y retroalimentación, respectivamente. Se observa que no hubo diferencias significativas entre el curso experimental que contenía estas herramientas y el curso comprobatorio.

2.2. La Comunicación en las Aulas Virtuales

En relación a la comunicación en las aulas virtuales, Khoroshko et al. (2019) realiza un estudio para demostrar que la plataforma de Moodle se puede adaptar al entorno actual de aprendizaje, donde se ha perdido la efectividad de la percepción de la información

por parte de los estudiantes debido al deterioro en la calidad de la comunicación, asociada a una reducción de la comunicación personal. El objetivo de la investigación se fina para demostrar que los campos de llenado dentro de los foros y chats pueden utilizarse de forma efectiva para la percepción de los usuarios, dándoles una descripción escrita y grafica de lo que cada campo del componente muestra al usuario. Para ello exploran todas las herramientas de mensajería que incluye Moodle, mostrando y describiendo su funcionamiento de forma especializada para que el estudiante capte la información de manera más rápida y adaptada a su realidad. Teniendo como resultado que la comunicación con los estudiantes es una parte integral del proceso educativo, que requiere atención especial cuando se cambia a aprendizaje a distancia o semipresencial. La correcta aplicación del conjunto de las herramientas descritas ayudará a mejorar significativamente la calidad de la comunicación con los estudiantes.

En el mismo ámbito de la comunicación Atallah et al. (2017) busca crear un ambiente más agradable entre profesores y estudiantes dentro del entorno Moodle, para ello se implementa en filtrado sobre los mensajes que son enviados por parte de los estudiantes a sus profesores en busca de asesoría para aclarar sus dudas, en función a las palabras utilizadas en el contenido del mensaje. Para ello, proponen construir un aplicativo que se encargue de recomendar contenido relacionado respecto a las dudas del estudiante y en caso de detectar alguna palabra Tabú se gestione la notificación pertinente; implementado esta búsqueda sobre la base de datos de Moodle. Como resultado de la investigación, la recomendación del contenido en la consulta del estudiante es exitosa con una precisión del 92.55%.

2.3. La comunicación síncrona sobre LMS

En este sentido Pereira (2019) evalúa la mejor solución en la forma de compartir la información dentro de un curso para permitir que los estudiantes compartan recursos e ideas fácilmente, con la finalidad de mejorar la forma de interacción en discusiones entre los estudiantes ya sea usando foros de Moodle o grupos de Telegram, usando dos cursos se evaluaron durante un periodo de tres años, en uno de los cursos se usa foros de Moodle mientras que en el otro se usan grupos de Telegram. Teniendo como resultado que los estudiantes perciben los grupos de Telegram como mucho más dinámicos, cercanos y rápidos que los foros; Los grupos también permitieron una mayor interacción entre los estudiantes (cooperación en el desarrollo y solución de problemas).

Kita et al. (2020) realiza una investigación donde busca crear un bot de LINE, integrado a la API de Moodle Web, para que los estudiantes realicen sus actividades de aprendizaje en un sitio de Moodle y obtengan información de asistencia diversa para el aprendizaje. En esta investigación, utiliza una característica de Moodle que permite vincular la cuenta de Moodle simplemente chateando en LINE Chat, después de que la vinculación de la cuenta se haya realizado con éxito, los usuarios pueden utilizar varios dispositivos como teléfonos móviles, tabletas o PCs en los que se ha instalado la aplicación LINE, sin iniciar sesión explícitamente en Moodle. Las interacciones de los usuarios con un sitio Moodle usando LINE Chat pueden ser más informales e intuitivas para una amplia gama de usuarios. Este desarrollo tuvo como resultado que, de forma general, el bot desarrollado para LINE muestra al usuario qué publicaciones de foros no fueron leídas, todo usando

la API REST con la que cuenta Moodle, además de notificaciones push al dispositivo móvil del usuario con la vinculación de cuenta de LINE a Moodle.

Carreño (2018) desarrolla un bot de Telegram que permite organizar y acceder a apuntes y recursos presentes en Moodle de una manera cómoda para los profesores y estudiantes, así como permitir complementar estos elementos con material externo a la plataforma LMS. Durante su desarrollo, ha sido necesario modificar la planificación en diversas ocasiones, lo que ha producido ajuste en la carga de trabajo que se ha ido previendo. Sin embargo, incluso con esos cambios se ha conseguido alcanzar y completar los objetivos propuesto al comienzo del proyecto.

Asimismo, Muhammad et al. (2020) identifican que existen problemas a los que se enfrentan los profesores a la hora de enviar notificaciones de anuncios en e-learning, todavía se hace de forma manual enviando notificaciones a cada clase y diferentes grupos de WhatsApp. Por ello, se implementó un complemento de notificación como medio de integración entre Moodle e-learning con Telegram BOT, con el objetivo de ayudar a los profesores a enviar notificaciones de anuncios desde Moodle e-learning y a que los estudiantes reciban las mismas a través de la aplicación Telegram. En esta investigación se realizan pruebas de caja negra y pruebas de usabilidad, donde ambas tuvieron resultados notables y aceptables para los usuarios.

Conde et al. (2020) plantea el considerar cómo interactúan los estudiantes en las herramientas de mensajería instantánea y cómo acceder a dicha información que se genera más allá de la institución para desarrollar la CTMTC (Comprehensive Training Model of the Teamwork Competence) y TWC (Teamwork competence) en un entorno de Covid 19, con el objetivo de explorar la aplicación del Modelo de Formación Integral de la Competencia de Trabajo en Equipo para evaluar la adquisición individual de la competencia de trabajo en equipo, en un contexto donde los estudiantes interactúan en una herramienta de mensajería instantánea: Telegram. Como resultado, los estudiantes obtuvieron un incremento de su calificación en casi 2 puntos y el número promedio de mensajes también fue mayor. Llegan a la conclusión que la aceptación de los estudiantes es mayor con las herramientas que emplean en su vida diaria para colaborar y las prefieren a otras como los foros, lo que se traduce en un mayor número de interacciones que suelen tener un impacto asociado en las calificaciones y por último, la metodología CTMTC es lo suficientemente flexible como para permitir la inclusión de nuevas herramientas sin cambios importantes en la forma en que se aplica.

La investigación de da Silva et al. (2019) desarrolla un bot para la interacción a través de texto para ayudar a los estudiantes del modo de aprendizaje a distancia, en el uso del entorno de aprendizaje virtual (EVA) Moodle. Las pruebas demuestran el aceptable funcionamiento del bot en las interacciones con los estudiantes, sin embargo, se muestra la necesidad de mejorar en los siguientes aspectos: incrementar la base de conocimientos en el contexto propuesto; agregar términos regionales; aprender de las interacciones.

El equipo de Atia et al. (2018) desarrolla un módulo de chat para Moodle que no sólo modela las habilidades de colaboración de los estudiantes, sino que además analiza automáticamente las interacciones que ellos realizan y computa indicadores de colaboración a nivel individual y grupal, donde los profesores pueden acceder a determinados indicadores automáticamente calculados por el módulo desarrollado.

Para cada experiencia, el profesor puede consultar tanto las interacciones registradas por cada estudiante, como los indicadores colaborativos a nivel individual y a nivel grupal. Por otro lado, el profesor también puede solicitar los indicadores individuales de cada uno de los estudiantes que participan de una experiencia. En este proyecto, se constata que el módulo permite la comunicación y colaboración entre estudiantes que realizaban consignas específicas, y a su vez, es capaz de capturar las interacciones que se generan a partir de la dinámica colaborativa.

3. La propuesta

En esta sección se presentará la arquitectura propuesta para proveer el recurso de mensajería instantánea requerida para soportar la comunicación síncrona en un SPOC implementado sobre Moodle. El servicio se logra a través de un Plugin integrado directamente a Moodle

3.1. Modelo lógico

La arquitectura propuesta se muestra en la Figura 1, el modelo lógico del plugin está compuesto por tres bloques principales: *Moodle, Telegram Block Plugin y Python App* cada uno de ellos tiene un conjunto de elementos y funcionalidades específicas.

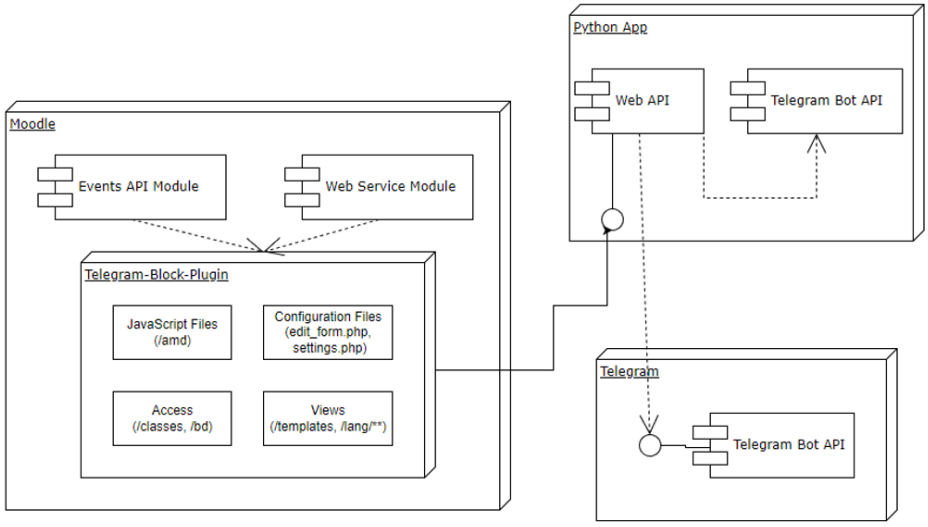


Figura 1 – Modelo de Arquitectura

Los dos primeros módulos que debemos describir son *Events API Module y Web Service Module* y son propios de *Moodle*. El primer módulo *Events API Module* se desarrolla y funciona inmerso en la arquitectura de *Moodle*, tiene como funcion dar seguimiento a cada una de las aulas virtuales asignadas a cada profesor, encargándose específicamente de identificar y reconocer las acciones que el profesor o estudiante realiza dentro del curso. El reconocimiento de cada acción será interpretado como que se ha producido un

evento. Estos eventos (con formato e información específica) serán enviados al módulo propuesto en esta investigación y construido en Python a través del módulo *Web Service Module*, la información así recogida está asociada con las actividades que profesores y estudiantes realizan sobre el aula virtual.

Por otro lado, el segundo módulo que se ha implementado *Telegram Block Plugin se* encarga de conectar los dos módulos de *Moodle*, mencionados en el anterior párrafo, complementando con información adicional a este evento y realizando el envío de este evento y sus datos al módulo de *Python App*.

Finalmente, el módulo de *Python App* que se ha propone en esta investigación *se* encarga de dar formato a la información bruta enviada desde el módulo de *Telegram Block Plugin* para construir los mensajes y además se encarga de enviar estos mensajes a los usuarios registrados en el aula virtual mediante el plugin de *Moodle*, haciendo uso de *Telegram Bot API*.

Dentro del componente de *Python App*, se encuentra implementada la lectura de eventos, ya que cada acción que realice el profesor dentro de su curso ya sea por ejemplo crear una nueva tarea, eliminarla o editarla se evidencia como un evento dentro de *Moodle*, el mismo que si es detectado podrá ser enviado a *Telegram*, lo que constituye el soporte a la comunicación síncrona con los estudiantes.

Con relación a la estructura del módulo *Telegram Block Plugin*, hay que indicar que es el bloque de plugin que el administrador deberá instalar antes de crear un curso, este plugin pedirá que se configure que tipos de eventos generarán el envío de mensajes a los estudiantes, además de generar datos técnicos para el administrador, como la dirección completa en red del servicio de *Python App* y reconocimiento de ID.

Por su parte, el *block_telegram_notification.php* es el encargado de la inicialización del plugin y brinda la posibilidad de cambiar la configuración que se envía desde *Moodle*, estos cambios se almacenarán en *settings.php*.

En esta arquitectura se han considerados dos procesos definidos: la inicialización del plugin y el funcionamiento de esta.

3.2. Inicialización del plugin

El primer proceso de la arquitectura es la inicialización del plugin, luego de lo cual este podrá ser usado con normalidad. El proceso se muestra en la Figura 2. Para la inicialización, el profesor deberá añadir el plugin desde Moodle usando la pestaña apropiada y esperar a que esta interfaz se cargue en su totalidad.

Se debe indicar que esta operación requiere que el bloque *block-telegram-notification* esté descargado previamente de manera comprimida, archivo requerido por Moodle para la instalación. Una vez instalado el nuevo plugin, el profesor podrá crear un nuevo curso y Moodle se encargará de guardarlo.

Una vez guardado el curso, el profesor agregará el *plugin de Telegram* al curso, cuando realice esta acción, configurará cuales son las acciones que él desea informar a los estudiantes ya sean las de eliminar, crear o editar alguna asingación o componente que

use en el aula virtual. Moodle por su lado, conisderando las preferencias seleccionadas por el profesor, procede a crear el bloque con el plugin generado.

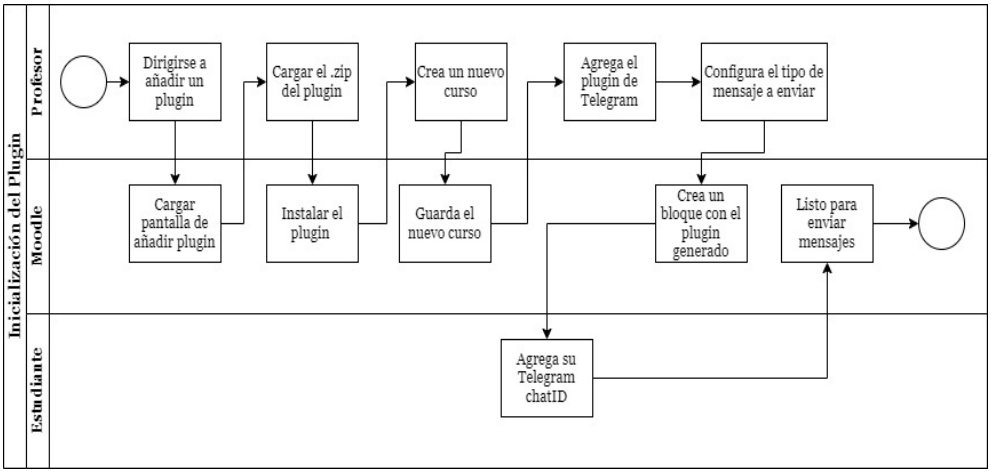


Figura 2 – Inicialización del plugin

El estudiante, por su lado, agregará el *ChatID de Telegram* otorgado por el profesor al agregar el plugin en el curso, y con esta configuración se crea la conexión sobre la cual Moodle está listo para poder enviar los mensajes correspondientes en tiempo real.

3.3. Funcionamiento del plugin

Una vez que la comunicación esté establecida, se activa el segundo proceso, el mismo que se muestra en la Figura 3.

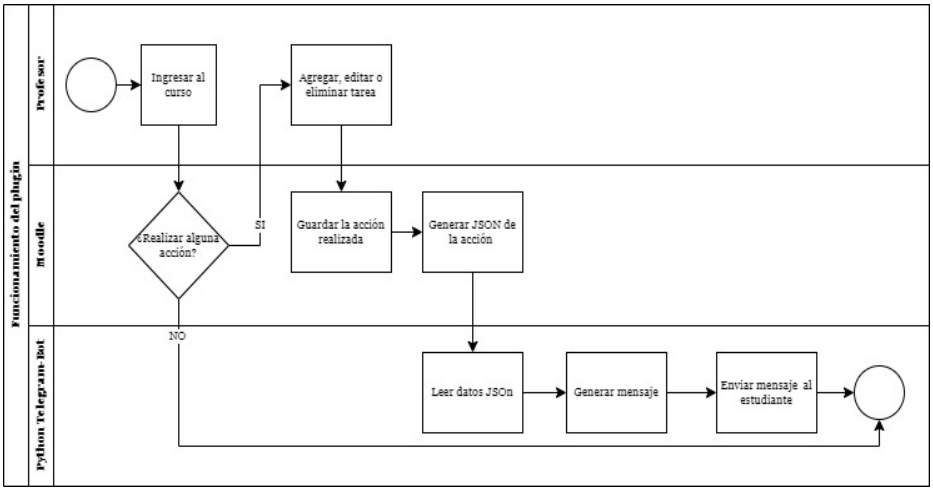


Figura 3 – Funcionamiento del plugin

En este proceso el profesor ingresará al curso, si el solo tiene el motivo de ver o examinar las actividades sin hacer algún cambio en ellas, se procede a cerrar el procedimiento, puesto que no realizará acción sobre el contenido establecido dentro del curso.

En cambio, si el profesor desease agregar alguna asignación, editar o eliminarla, Moodle guardaría esta acción convirtiéndose en un evento y generando un JSON que tenga la principal información de este evento.

Telegram, por su lado teniendo los datos correspondientes y necesarios, procede a generar el mensaje y enviarlo a los estudiantes, para que tengan en cuenta los cambios que se tuvieron en la signatura de manera síncrona.

3.4. Herramientas de desarrollo

Para el desarrollo del presente proyecto se usaron las siguientes herramientas:

- Docker, el cual al utilizar la funcionalidad de microservicios y ser un contenedor de confiablidad, realiza el desarrollo más fluido, en comparación a realizarlo de manera local. Además, si se realiza el envío de mensajes por medio de Telegram de manera local, los mensajes no son enviados, puesto que no existe una conexión factible para realizar la comunicación.
- Visual Studio Code, siendo uno de los editores mas sencillos y manejables para el desarrollo de programas y proyectos, además de tener un buen rendimiento al ser ligero con los procesos que manejar en su funcionamiento.
- GitHub, permite el trabajo colaborativo entre dos a más desarrolladores, además de que el bloque de Telegram está alojado en esta herramienta, puesto que al descargarlo de manera comprimida solo necesita ser cargado en la pestaña de Moodle que se encarga de agregar nuevos plugins.

3.5. Uso de metadatos, eventos

Como se menciono anteriormente, las acciones realizadas por el profesor serán traducidas como eventos, estos eventos estarán en formato JSON, como se pueden observar en el ejemplo mostrado en la Figura 4.

En este caso, la acción considerada es la eliminación de una tarea del curso por parte del profesor, como se observa en la primera parte del JSON, se obtienen todos los datos de quién realizó la acción, para este ejemplo solo se tiene un usuario como profesor. En la segunda parte de este JSON, se puede observar en la propiedad “action” que la acción realizada fue la de eliminar, identificada con la palabra “Deleted”.

4. Resultados

1. Se ha establecido y validado la arquitectura propuesta y el modelado lógico del plugin que soporta la comunicación asíncrona a partir de la mensajería instantánea, sobre la plataforma Moodle y a través de los servicios de un sistema de mensajería instantánea ya existente.
2. Se logró con éxito, la integración de herramientas como GitHub a Moodle para soportar procesos externos.

3. Ha sido posible el desarrollo y la instalación de plugins propios sobre Moodle, para sustentar exigencias específicas, al servicio de plataformas como los SPOCs.


```
{
  "subscriptors":{
    "1":{
      "id":"1",
      "user_id":"2",
      "course_id":"2",
      "telegram_chat_id":"123456"
    }
  },
  "context_instance":false,
  "event":{

"eventname":"\\tool_recyclebin\\event\\course_bin_item_deleted",
    "component":"tool_recyclebin",
    "action":"deleted",
    "target":"course_bin_item",
    "objecttable":"tool_recyclebin_course",
    "objectid":"1",
    "crud":"d",
    "edulevel":0,
    "contextid":25,
    "contextlevel":50,
    "contextinstanceid":"2",
    "userid":"2",
    "courseid":"2",
    "relateduserid":"None",
    "anonymous":0,
    "other":"None",
    "timecreated":1662106410
  }
}
```


Figura 4 – Ejemplo de evento en formato JSON

4. La lectura de eventos con lo que es posible la construcción de bases de datos que podrían servir más adelantes para aplicaciones como minería de datos, análisis de datos u otros. Dentro de estos eventos podemos considerar la creación, actualización, eliminación, finalización, etc de las diferentes actividades de enseñanza-aprenidzaje soportadas sobre Moodle.
5. La implementación de microservicion, dentro del modelo de una arquitectura cliente/servidor

5. Conclusiones

- La comunicación síncrona es hoy una exigencia necesaria para lograr “personalizar” la educación masiva, cuanto más específico o especializado es el curso, mayor es la exigencia de soportar esta característica, imprescindible al momento de implementar un SPOC.
- La integración de herramientas de diseño ágil es importante porque permite un desarrollo de sistemas robustos.

- La concepción abierta de algunos LMS como Moodle, fomenta la existencia de comunidades de profesionales compartiendo y discutiendo sus hallazgos.
- La educación virtual masiva pero personalizada impone el reto de la adapatabilidad y la comunicación oportuna, ello garantiza un mejor desarrollo y el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Es posible el desarrollo de herramientas propias para brindar funcionalidades específicas y que se integran con éxito a Moodle, lo que es el sustento a la creación y funcionamiento de comunidades académicas que comparten los resultados de sus investigaciones, potenciando mejoras futuras.

Agradecimientos

Este trabajó se realizó en el marco del proyecto "SPOC adaptativo para la capacitación de profesores universitarios en metodologías activas" con contrato Nº IBA-26-2021-UNSA.. Los autores agradecen a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa por el apoyo recibido en la ejecución de dicho proyecto.

Referencias

Atallah, R. R., Barhoom, T. S., & Elejla, O. E. (2017, May). Recommender model for messaging system at MOODLE. In 2017 Palestinian International Conference on Information and Communication Technology (PICICT) (pp. 115-119). IEEE.

Atía, D. Y., Costaguta, R., & de los Ángeles Menini, M. (2018). Indicadores colaborativos individuales y grupales para Moodle. Campus Virtuales, 7(1), 125-139.

Bravo, R. (2021). Comunicación efectiva a través de la virtualidad en la formación universitaria. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. VIII (5), DOI: https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2684

Carreño, I. (2018). Agente de integración de un LMS y un servicio de mensajería orientado al alumno. Universidad de Valladolid.

Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández, C., Gutiérrez-Fernández, A., Fernández-Robles, L., & Castejón Limas, M. (2020). A Learning Analytics tool for the analysis of students' Telegram messages in the context of teamwork virtual activities. *In Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 719-724).

Cheng, H. N., Liu, Z., Sun, J., Liu, S., & Yang, Z. (2017). Unfolding online learning behavioral patterns and their temporal changes of college students in SPOCs. *Interactive Learning Environments*, *25*(2), 176-188.

da Silva, J., Espíndola, D. B., Barwaldt, R., Ribeiro, L. M., & Pias, M. (2019, October). Ibm watson application as faq assistant about Moodle. *In 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.

Dávila, D. L., Rivas, L. M., & Trujillo, C. J. (2019). Análisis de la deserción en los SPOOCs a partir de la retroalimentación digital y la interacción sincrónica y asincrónica, Universidad Javeriana

Fernández, J.M., Pérez del Río, R., Guillén, F., Gabarda V. (2021). La evaluación en los SPOC: análisis de modelos e instrumentos. *INNOEDUCA. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), pp. 40-50. DOI: https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9417

Filius, R. M., Kleijn, R. A. D., Uijl, S. G., Prins, F. J., Rijen, H. V. V., & Grobbee, D. E. (2018). Challenges concerning deep learning in SPOCs. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 10(1-2), 111-127.

Hu, Q., Huang, Y., & Deng, L. (2018, August). A method for analysis of online discussion forum in moodle. *In 2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)* (pp. 1-4). IEEE.

García, A., (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1) Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia, España. DOI:https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28080

Khoroshko, L. L., Vikulin, M. A., Kvashnin, V. M., & Kostykova, O. S. (2019). Communication with students in smart e-learning system using LMS Moodle. *In Smart Education and e-Learning 2019* (pp. 177-185). Springer, Singapore.

Kita, T., Nagaoka, C., Hiraoka, N., & Molnár, T. (2020, December). Development of a Moodle UI using LINE Chat for casual learning as a part of a learner assistive LMS. *In 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 927-929). IEEE.

Muhammad, R., Arwani, I., & Rahayudi, B. (2020). Implementasi Plugin Notifikasi Sebagai Media Integrasi Antara E-Learning Moodle dengan BOT Telegram (Studi Kasus : Bimbingan Belajar The Second School). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 4(7), 2275-2282. Disponible en https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/7597

Muñoz, A., Delgado, R., Rubio, E., Grilo, C., & Basto-Fernandes, V. (2017). Forum participation plugin for Moodle: development and discussion. *Procedia Computer Science*, 121, 982-989.

Nejkovic, V., & Tosic, M. (2018). Exploring factors for effective use of online information in SPOC within the engineering education. Computer Applications in Engineering Education, 26(5), 1457-1469.

Pereira, J. (2019). Motivating users to online participation. A practice-based comparison between Moodle forums and Telegram groups. *The International Journal of Engineering Education*, 35(1), 409-416.

Tenriawaru, A. (2021, May). An automated content analysis model for forum moodle using semantic similarity. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1899, No. 1, p. 012110). IOP Publishing.

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

Recebido/Submission: 12/11/2022
Aceitação/Acceptance: 08/02/2023

Modelo matemático para optimizar el tráfico vehicular de los semáforos de calle 50 de la ciudad de Panamá

Carlos Rovetto[1], Edmanuel Cruz[2], Ivonne Nunez[1], Keyla Santana[3], Elia Cano[1]

carlos.rovetto@utp.ac.pa; edmanuel.cruz@utp.ac.pa; ivonne.nunez@utp.ac.pa; keyla.santana@meduca.edu.pa; elia.cano@utp.ac.pa

[1] Grupo de Investigación en Ingeniería de Tecnologías Aplicadas a la Sociedad (GIITAS), Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

[2] Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

[3] Ministerio de Educación de Panamá, Panamá

Pages: 143-155

Resumen: Las intersecciones dentro de los núcleos urbanos no permiten que todos los ciudadanos se desplacen de una manera fluida, en este sentido, el presente artículo propone un modelo en redes de colas basado en la notación de Kendall para la intersección de dos calles urbanas (calle 53 este y calle 56 este) de la ciudad de Panamá. El flujo vehicular en la intersección se controla por un conjunto de semáforos que operan bajo un esquema de tiempo fijo. El objetivo es optimizar el flujo vehicular en el cruce de las calles a través de la minimización del tiempo de espera de los vehículos mediante el uso de modelos matemáticos y simulaciones realizadas en MATLAB evaluando el tiempo de espera experimentado por los vehículos. Con base en los resultados obtenidos, se determina el tiempo de señalización óptimo de los semáforos para minimizar el tiempo de espera para ambas calles.

Palabras-clave: Flujo de tráfico vehicular; teoría de colas; control óptimo de semáforos; optimización; simulación

Mathematical model to optimize vehicular traffic at traffic lights on Calle 50 in Panama City

Abstract: Intersections within urban centers do not allow all citizens to move in a fluid manner. In this sense, this paper proposes a queuing network model based on Kendall's notation for the intersection of two urban streets (East 53rd Street and East 56th Street) in Panama City. The vehicular flow at the intersection is controlled by a set of traffic lights operating under a fixed time scheme. The objective is to optimize the vehicular flow at the intersection by minimizing the waiting time of the vehicles using mathematical models and simulations performed in MATLAB evaluating the waiting time experienced by the vehicles. Based on the results obtained, the optimal signal timing of the traffic lights is determined to minimize the waiting time for both streets.

Keywords: Vehicular traffic flow; queuing theory; optimal traffic light control; optimization; simulation; simulation

1. Introducción

Un gran problema dentro de las ciudades es el desplazamiento de los ciudadanos. Las carreteras e intersecciones dentro de los núcleos urbanos no permiten que todos los ciudadanos se desplacen de una manera fluida, mostrando serios problemas de congestión de tráfico en sus carreteras, provocados por la demanda de tránsito cada vez más alta frente a la insuficiente capacidad vial (Contreras & Lárraga, 2009). Las ciudades gestionan los diferentes flujos de automóviles en las intersecciones de una manera estática, esto implica que los tiempos que se asignan a los semáforos sean constantes y no se adapten a las condiciones variables del tráfico en cada momento, por lo que el rendimiento no es el óptimo. Dado que en una ciudad hay gran número de intersecciones reguladas por estos sistemas, la ineficiencia de éstos da lugar a cientos horas perdidas por los ciudadanos (Arias et al., 2010; Roy, 2016).

En este sentido el presente artículo propone un modelo matemático basado en las teorías de colas para el análisis del flujo vehicular en una de las arterias vehiculares con mayor congestionamiento en la ciudad de Panamá. Se busca que tras la aplicación del método (para una gran cantidad de casos y bajo los sistemas de restricción de tránsito reales) se puedan obtener sucesiones de tiempos para las luces de los semáforos que permitan que éstos funcionen de manera coordinada y que rebasen la intersección un gran número de vehículos, llegando así a reducir los tiempos de espera y el largo de las colas, permitiendo así que el modelo propuesto sirva de base para enfocar problemas similares y para crear mejores métodos.

El resto del documento está constituido de la siguiente manera: sección 2 trabajo relacionado, sección 3 marco teórico, sección 4 definición del problema y motivación, sección 5 modelo matemático, sección 6 resultados y discusiones y finalmente en la sección 7 las conclusiones y trabajo futuro.

2. Trabajo Relacionado

En el trabajo de (Garcia & Larraga, 2020) el objetivo fue incrementar el número de vehículos que pueden circular sin que se produzcan largas colas de espera. Para este propósito se analizaron dos situaciones de flujo de entrada con respecto a las dos calles consideradas: flujo de entrada simétrico y flujo de entrada asimétrico. Los resultados se obtuvieron del promedio de 50 experimentos independientes, para cada simulación. Para ambos casos se obtuvieron aproximaciones analíticas que coinciden muy bien con los resultados obtenidos de la simulación.

Por otra parte en el estudio de (Arpi et al., 2018) tuvo como objeto analizar la posible causa de congestionamiento vehicular de las colas en los semáforos existentes dentro de la av. 25 de junio desde el distribuidor de El Bananero hasta el redondel de El Cambio, en la ciudad de Machala-Ecuador. Los resultados que se obtuvieron por medio de la Teoría de las Colas indicaron que no hay ninguna clase de sobresaturación vehicular con respecto a cada semáforo. Se realizó una modelación en el programa SYNCHRO 8.0, los datos obtenidos indican que los niveles de servicio en cada punto son poco elevados

y la relación volumen capacidad son un poco mayores a 1, el programa optimizó estos resultados y generaron niveles de servicio y relaciones volumen capacidad mejorados.

3. Marco Teórico

Durante los últimos cincuenta años, se han desarrollado una amplia gama de teorías de flujo de tráfico y modelos como herramientas para solucionar los problemas económicos y sociales que se originan como consecuencia de la demanda vehicular alta. Las investigaciones se orientan a optimizar la eficiencia de los sistemas de tránsito existentes y de esta forma incrementar la capacidad vehicular (Chowdhury et al., 2000; Romaní, 1957).

3.1. Tráfico y tránsito vehicular

El tránsito vehicular es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Se presenta también con muchas similitudes en otros fenómenos como el flujo de partículas (líquidos, gases o sólidos) y el de peatones. En las grandes ciudades, el tráfico vehicular se encuentra presente en casi todas las esferas de la actividad diaria de la gente, y ocasiona numerosos fenómenos entre los que destacan especialmente los congestionamientos (Fernández-Henao et al., 2011).

3.2. Teoría de Colas

La teoría de colas es el estudio de una técnica basada en la investigación de operaciones para solucionar problemas que se presentan en las situaciones en las cuales se forman turnos de espera o colas para la prestación de un servicio o ejecución de un trabajo (Abad, 2002).

Entre los términos más importantes que comprende la teoría de colas (De Giusti, 2006), se encuentran “Los Clientes” que hacen referencia a la entidad que llega al sistema como los son: Autos esperando en un semáforo, máquinas que esperan ser reparadas, aviones esperando aterrizar, entre otros. “La Llegadas” que se refieren al número de clientes que llegan a las instalaciones de servicio. “La Tasa de Servicio” que se usa para designar la capacidad de servicio, el cual puede ser brindado por un servidor o por servidores múltiples. “La Tasa de Llegadas” que describe en unidades de tiempo la alimentación del sistema. “El Servidor” el cual es el encargado de brindar el servicio respectivo al cliente. “La Capacidad de la Cola” la cual puede ser infinita o finita. Dado lo anterior, se puede presentar diferentes tipos de modelos de colas, los cuales tienen sus correspondientes medidas de eficiencia que permiten caracterizar el sistema.

3.3. Notación de Kendall

D.G. Kendall sugirió una notación de utilidad para clasificar la amplia diversidad de los diferentes modelos de línea de espera que se han desarrollado (Miranda, 2015). La notación de Kendall de tres símbolos es como sigue: A/B/K, donde, A: indica la distribución de probabilidades de las llegadas, B: indica la distribución de probabilidades de tiempos de servicio y K: indica el número de canales Dependiendo de la letra que aparezca en la posición A o B, se puede describir una amplia variedad de sistemas de línea de espera. Las letras que comúnmente se utilizan son: M: designa una distribución de probabilidad de Poisson para las llegadas o distribución de probabilidad exponencial

para el tiempo de servicio. D: designa el hecho de que las llegadas o el tiempo de servicio es determinístico o constante. G: indica que las llegadas o el tiempo de servicio tienen una distribución de probabilidad general, con media y varianza conocida (Abad, 2002).

3.4. Metodología utilizada

A continuación, se describe el proceso de desarrollo de este modelo matemático para optimizar el flujo vehicular de calle 50 de Panamá:

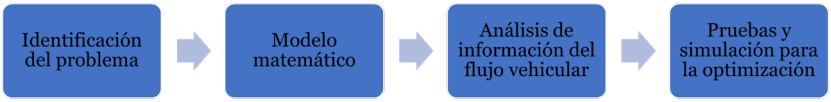


Figura 1 – Diagrama de bloques del modelo

- Se identifica el problema y motivación del estudio, esto nos permitirá crear las variables necesarias para desarrollar el modelo matemático basado en redes de colas y así poder realizar el análisis de información del flujo vehicular. Por último, realizamos pruebas y simulaciones para verificar la optimización del tiempo de espera experimentado por los vehículos.

4. Definición del problema y motivación

Cada vez que hay un crecimiento poblacional, el tráfico vehicular también incrementa. Actualmente la ciudad de Panamá no se escapa de esta problemática, esto se puede evidenciar en las horas pico de los días laborales las cuales comprenden cuando las personas se dirigen hacia su trabajo, en la hora de almuerzo y la hora de salida de los trabajadores. El centro de la ciudad se vuelve un caos, donde las personas pasan más tiempo en un tranque que en su propio hogar. Se ha buscado muchas maneras de mejorar esta problemática, creando carriles exclusivos para el metro bus, la implementación de la línea 1 y 2 del metro de Panamá; y aun así no hay una diferencia (Soldevila, 2014).



Figura 2 – Calle 50, ruta más utilizada en Panamá. (Fuente: a través de Google Earth).

En este sentido, esta investigación busca desarrollar modelos matemáticos que permitan trabajar la problemática actual de congestionamiento vehicular en Panamá específicamente en calle 50 (ruta más utilizada para el flujo vehicular) (ver Figura 2). Dentro del modelo a plantear se busca reducir el tiempo en el que un individuo se ve envuelto diariamente en estos congestionamientos vehiculares por medio de la teoría de colas, mediante el modelamiento de la situación actual del congestionamiento vehicular de la calle 50, en los cruces de calle 53 este y calle 56 este, para luego establecer los tiempos de la semaforización óptimos, el cual ayude al descongestionamiento del tramo.

5. Modelo Matemático

El modelo matemático consiste en la implementación de un sistema de cola M/M/1 en el que el sistema de espera se caracteriza porque los tiempos de llegadas y los tiempos de servicio se distribuyen de manera exponencial y tienen un único servidor. La disciplina de la cola es FIFO y el tamaño de la población de entrada es infinito, es decir, el número de clientes en el sistema no afecta a la tasa de llegadas (ver Figura 3) (Biao et al., 2013; Cújar, 2010; Daza & Rojas, 2018).

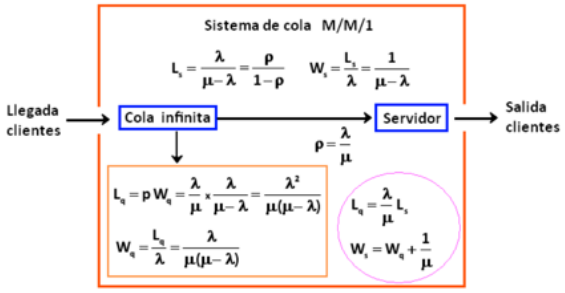


Figura 3 – Sistema de cola M/M/1

Para el desarrollo de dicho modelo utilizaremos:

- Población: La población para usar en el modelo que se generará son todos los vehículos que transitan en las avenidas principales de la Ciudad de Panamá.
- Muestra: Corresponderá a los vehículos que transiten por el tramo de las vías que comprenden la calle 50 - Aquilino de la Guardia hasta Calle 50 - Calle 56. Se tomará en cuenta el mes de enero 2020, con un ciclo de 180 segundo, en un horario de 3:00 p.m. a 6:00 p.m. (ver Figura 4).
- Variables: Las variables independientes que utilizaremos son: λ que es el número de llegadas y μ número de salidas o tasa de servicio. Las variables dependientes son:

  ρ: es la utilización promedio del sistema.

  L: número promedio de vehículos en el sistema de servicio.

  Lq: número promedio de vehículos en la fila de espera.

W: tiempo promedio transcurrido en el sistema, incluido el servicio.

Wq: Tiempo promedio de espera en la fila.

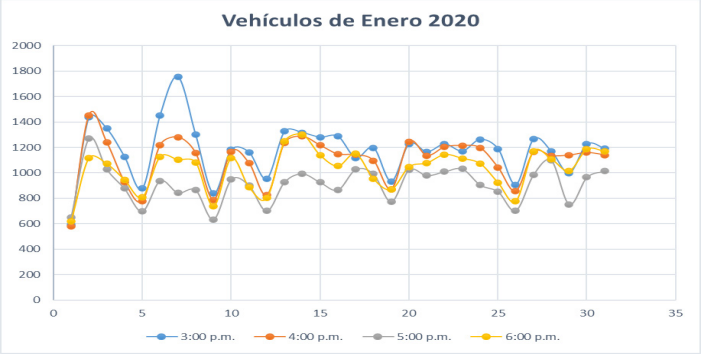


Figura 4 – Flujo vehicular del mes de enero 2020. Horario de 3:00 p.m. hasta 7:00 p.m.

La información será proporcionada por la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre de Panamá (ATTT). Aquí se analiza el movimiento vehicular por dos semáforos el 044 y 045 ubicados en la avenida Nicanor De Obarrio (calle 50) tal como se observa en la Figura 5.

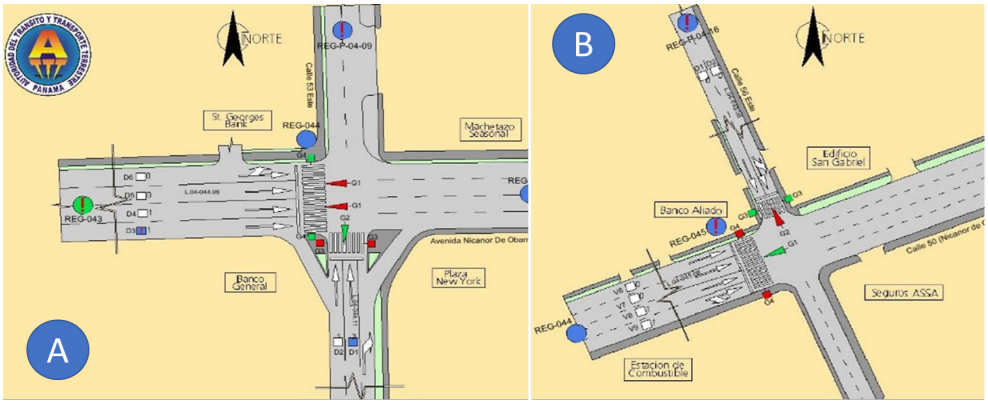


Figura 5 – Calle 50 Nicanor de Obarrio, A-Calle 53 Este; B-Calle 56 Este.

De la Figura 5 se puede observar el contador L04-044-08 y L04-045-08, el cual proporciona el dato inicial del modelo de teoría de colas, la cantidad de clientes o vehículos que entran al sistema por horas. El estudio de sistema de colas requirió hacer un cambio a una red de tráfico para entender los procesos de la cola tanto en las entradas como en la salida de los servidores tal como se muestra en la Figura 6.

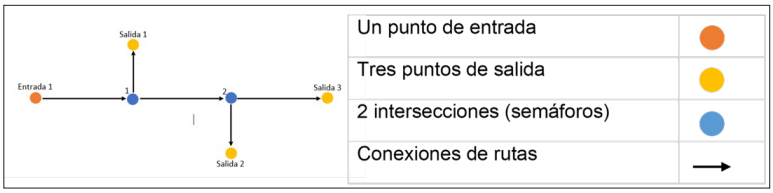


Figura 6– Red de tráfico de vehículos

6. Resultados y discusiones

Para el análisis de estabilidad del sistema de cola primero se adapta los semáforos y las calles donde se forma las colas a un sistema de cola M/M/1 en serie, se llevó la red de tráfico a un sistema donde tengamos la cola vs los servidores (ver Figura 7).

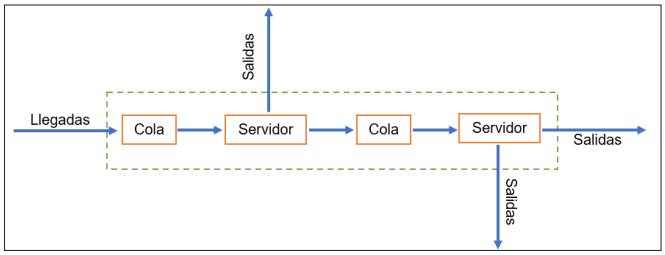


Figura 7 – Sistema de cola de la intersección de la calle 50 (Ave. Nicanor de Obarrio).

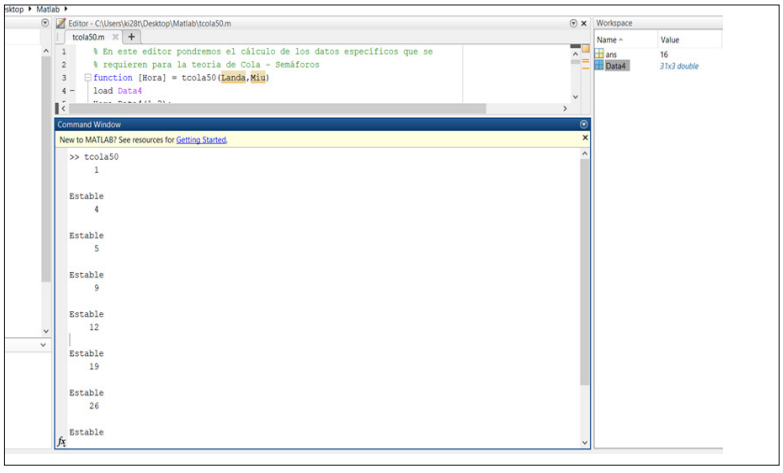


Figura 8 – Resultados de la Función tcola50.

Aplicando a estos datos la notación de Kendall, este sistema de espera se caracteriza porque tanto los tiempos entre llegadas como los tiempos de servicio están distribuidos de manera exponencial y el número de servidores es uno seguido de otro (en serie).

Analizamos la estabilidad de los vehículos que entran en el primer semáforo de la calle 50, con la finalidad de determinar el % de los días del mes donde el sistema es estable.

A través del software MATLAB se realizó una función llamada tcola50 que recorriera los vectores y generara el valor de ρ, para ver los días donde el sistema era estable. Y así calcular un porcentaje del mes de enero donde se daba la estabilidad del sistema para el primer semáforo (ver Figura 8).

6.1. Optimización del sistema de Cola

- Análisis del mes de enero para una capacidad semafórica de 1000 veh/h.

Al realizar los análisis del primer servidor (semáforo 1) se observan los resultados de estabilidad de 22.58 % y de inestabilidad de 77.42 %. El resultado de las otras variables analizadas en los días seleccionados para este servidor se muestra en la tabla 1.

Día de enero 2020	L	Lq	W	Wq
1	1.4510	0.8590	0.0025	0.0015
5	7.1301	6.2531	0.0081	0.0071
9	5.2112	4.3722	0.0062	0.0052
12	20.7391	19.7851	0.0217	0.0207
19	13.9254	12.9924	0.0149	0.0139
26	9.7527	8.8457	0.0108	0.0098
29	499	498.002	0.5	0.499

Tabla 1 – Resultados de L, Lq W, Wq. Para una capacidad de mil vehículos.
Primer Servidor. 3:00 p.m.

Además, se obtiene para este sistema de cola la siguiente información:

- El promedio de vehículos en la cola es de 18 vehículos por cada cambio de luz.
- El tiempo promedio en ser atendidos es de: 65 segundos, bajo la condición que sólo ocurre en los días feriados y fines de semana.
- Para la capacidad de 1000 vehículos por hora, el sistema estuvo el 77% del tiempo sobre saturado teniendo un promedio de ocupación del 118 %.
- De los días que se pudieron obtener los resultados de la notación Kendall son los días feriados y fines de semana, es decir que el valor de $\rho<1$, el sistema estuvo en un promedio de ocupación del 87%.

Utilizando el programa se encontró que la cantidad promedio de autos que salen del sistema luego de haber sido atendido por el servidor (semáforo 1) corresponde el 20% y el 80% continúa. El sistema posee cuatro vías paralelas que continúan y una sale de la vía principal debido a que el carril de la izquierda se bifurca. Tomando en cuenta esta información se calcula el porcentaje de distribución que será la restricción para avanzar al siguiente servidor (semáforo 2) y se divide el 100% de autos que entran al sistema entre cinco para obtener dicho porcentaje.

A partir de los resultados obtenidos en el primer servidor, se considera el 80% de autos esperando para ser atendidos por el segundo servidor (Semáforo 2). En este segundo servidor la estabilidad mejora y se obtiene un 64.5% de estabilidad y una inestabilidad de 35.5%. Adicionalmente, se obtienen los siguientes resultados:

- El promedio de vehículos en la cola es de 11 vehículos por cada cambio de luz.
- El tiempo promedio en ser atendidos es de: 40 segundos, bajo la condición de estabilidad los días feriados y fines de semana.
- Para la capacidad de 1000 vehículos por hora, el sistema estuvo el 65 % de estabilidad mientras que un 35 % de inestabilidad.
- Del mes completo, el sistema tuvo un nivel de ocupación del 94 % lo que confirma la mejora en la estabilidad.
- El sistema estuvo en un promedio de ocupación del 85% en los días en donde el valor de ρ es menor a 1, esto es, $\rho<1$.

Adicionalmente, se obtuvieron los valores de estabilidad e inestabilidad para la capacidad de mil vehículos en los horarios de 4:00 p.m., 5:00 p.m. y 6:00 p.m. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2:

Servidor	Hora	Estabilidad	Inestabilidad
Primer semáforo	4:00 p.m.	23%	77%
Segundo semáforo		90%	10%
Primer semáforo	5:00 p.m.	74%	26%
Segundo semáforo		97%	3%
Primer semáforo	6:00 p.m	32%	68%
Segundo semáforo		97%	3%

Tabla 2 – Valores de estabilidad e inestabilidad para la capacidad de mil vehículos en los horarios de 4:00 p.m., 5:00 p.m. y 6:00 p.m

De este segundo semáforo tenemos dos salidas. La segunda salida corresponde a los autos que abandonan el segundo servidor abandonando el sistema (ver Figura 9) y la tercera salida no considerada en este estudio.

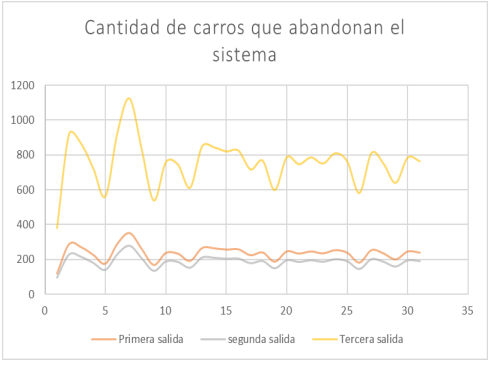


Figura 9 – Cantidad de carros que abandonan el sistema según las salidas.

- Análisis del mes de enero para una capacidad semafórica de 1300 veh/h.

Luego de varias pruebas para la capacidad semafórica de vehículos por hora, se determinó que el valor de 1300 vehículos por hora para μ es donde se alcanza una estabilidad superior al 70%. Se obtiene una mejoría en la estabilidad con 77.4% y una inestabilidad de 22.6%. Al tener un sistema de cola estable se pudo calcular los valores en promedio por medio de la notación Kendall con un estudio más preciso del sistema. Para el primer servidor (semáforo 1) se obtuvieron los siguientes resultados:

- El promedio de vehículos en la cola es de 13 vehículos por cada cambio de luz.
- El tiempo promedio en ser atendidos es de: 37 segundos, si y sólo si, el vehículo llegase en el momento donde la luz está en verde y no hay ningún vehículo en espera.
- El sistema tuvo un nivel de ocupación del 91% en el mes completo. Esto confirma la mejora en la estabilidad.

Se observa que un 20% de los vehículos salen del sistema después de haber sido atendidos por el primer servidor. Mientras que el 80% continúa para ser atendido por el segundo servidor (semáforo 2). Esto mejora la estabilidad en este segundo servidor en un 96.8%, con una inestabilidad de 3.2% y los siguientes resultados:

- El promedio de vehículos en la cola es de 3 vehículos por cada cambio de luz.
- El tiempo promedio en ser atendidos es de: 11 segundos, si y sólo si, el vehículo llegase en el momento donde la luz está en verde y no hay ningún vehículo en espera.
- El sistema tuvo un nivel de ocupación del 72% en el mes completo. Esto confirma la mejora en la estabilidad.

Los valores obtenidos para L, Lq, W, Wq en los horarios de 4:00 p.m., 5:00 p.m. y 6:00 p.m. se muestran en la Tabla 3.

Servidor	Hora	Estabilidad	Inestabilidad
Primer semáforo	4:00 p.m.	97%	3%
Segundo semáforo		100%	0%
Primer semáforo	5:00 p.m.	100%	0%
Segundo semáforo		100%	0%
Primer semáforo	6:00 p.m.	97%	3%
Segundo semáforo		100%	0%

Tabla 3 – Valores de L, Lq, W, Wq para la capacidad de mil vehículos en los horarios de 4:00 p.m., 5:00 p.m. y 6:00 p.m

6.2. Simulación

Para la simulación se tomó un día específico del mes de enero, el 15 de enero de 2020 para una capacidad de 1300 vehículos. Para este día se tiene 1280 vehículos por hora, el cual equivale al 98% de la capacidad del sistema. En el análisis teórico se ha utilizado la notación Kendall. Para el primer semáforo en este día se tiene alrededor de 64 vehículos

en la fila de espera en el primer servidor del sistema (semáforo 1), cada vehículo demora alrededor de 180 segundos (3 minutos) para ser atendido.

Con estos datos, en Excel simulamos el movimiento de estos vehículos, recordando que estamos en el horario de 3:00 p.m. a 4:00 p.m. y que cada ciclo demora 180 segundos. Donde se incluyen dos ciclos verdes de 60 segundos (1 minuto) y un ciclo rojo de 60 segundos. Cada vehículo tiene su llegada aleatoria, se calcula el tiempo entre llegadas, observando que sus llegadas son muy seguidas 3 vehículos cada 3 segundos, lo que hace que la cola se llene de vehículos al estar en el ciclo de la luz roja en promedio de 180 vehículos.

Se analiza el tiempo en el sistema, donde al inicio en el sistema cada vehículo demora alrededor de 180 segundos en ser atendidos, pero a medida que avanza los segundos se alarga la cola y los últimos vehículos tienen que esperar aproximadamente 60 minutos para ser atendidos ya sea para abandonar el servidor o continuar al segundo semáforo.

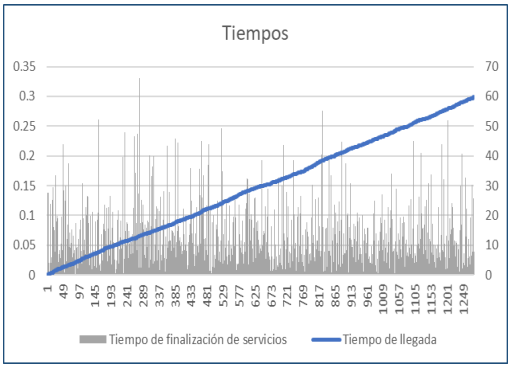


Figura 10 – Simulación de los tiempos de llegadas comparados con los tiempos de finalización de los vehículos a las 3:00 p.m. del día 15 de enero de 2021.

7. Conclusiones y trabajo futuro

Se propuso un modelo de cola M/M/1 basado en la notación Kendall que permite resolver la problemática que existe actualmente en la sincronización de los semáforos de la calle 50 de la Ciudad de Panamá. Con ello el modelo matemático constó con un análisis de estabilidad del sistema, realizando el análisis con dos capacidades del sistema, hasta lograr la estabilidad del sistema de cola en 1300 vehículos por hora.

El algoritmo desarrollado en MATLAB se basó en un análisis de estabilidad, donde arroja la estabilidad e inestabilidad del mes de enero 2020. En el análisis de estabilidad se encontró que los días feriados y los fines de semanas el sistema no está saturado y en los días laborales observamos que el sistema se sobresatura con la capacidad que tiene actualmente el ciclo semafórico de la calle 50. Con esto podemos analizar que el sistema actual de programación de la calle 50 es un sistema de cola inestable sobre saturado lo que generaría grandes colas con tiempos de salidas no estimados.

Se llevó a cabo una simulación en Excel, tomando en cuenta un solo día. El día escogido estaba al 98% de su capacidad, los resultados obtenidos son que aproximadamente respecto de la duración en el sistema de cola es de 0,002 segundos en el mejor de los escenarios con 0 elementos en la cola y con tiempos de espera hasta de 60 minutos. En cuanto a la capacidad de servicio del sistema se realizaron varios análisis de estabilidad del sistema, donde la capacidad semafórica que tiene actualmente los semáforos no se da abasto con la cantidad de vehículos que pasan por la vía a la hora pico de las 3:00 p.m. El primer análisis es de una capacidad de mil vehículos por hora (capacidad actual), arrojándonos una estabilidad de 22.58% y una inestabilidad de 77.42%, con esta capacidad el sistema estaba tan saturado que no nos era factible para aplicar al modelo. A partir de una capacidad de mil vehículos por hora se siguió analizando de cien en cien hasta llegar a una capacidad de mil trescientos vehículos por hora (capacidad sugerida), con esta capacidad se obtiene una estabilidad superior al 70%. Comparado con las capacidades anteriores este resultado nos resulta factible y se le pudo realizar el análisis del sistema, utilizando la notación de Kendall.

Para el tiempo de espera en el sistema se presentan dos escenarios analizados

- Escenario 1. Capacidad vehicular de 1000 vehículos por hora, en este escenario solo por medio del modelo de notación de Kendall se podría estimar los valores promedios de espera en los días feriados y fines de semana del mes de enero a las 3:00 p.m. en donde se determinó una cola corta de promedio de 18 vehículos en espera por cada ciclo y un tiempo de espera de 65 segundos en promedio. En el resto de los días se convierte el sistema de cola en un sistema inestable donde no se podría estimar por medio de este modelo los tiempos de espera en el sistema.
- Escenario 2, para la capacidad de 1300 vehículos por hora el tiempo de servicio por cada vehículo es de 37 segundos, teniendo 13 vehículos en cola como mínimo en el mejor de los escenarios donde la luz estuviera en verde y sin vehículos apilados en la cola. Se analizó la capacidad de las 3:00 p.m. a 4:00 p.m. de todos los días del mes de enero 2020. Se observó que en esa hora hay más congestionamiento vehicular. Un vehículo podría estar demorando entre 2 a 60 minutos en ser atendido.

Agradecimientos

Agradecemos a la Autoridad de Transporte Terrestre de Panamá quien suministró la información referente al flujo vehicular de calle 50. I.N. es apoyada por una beca del Programa de Fortalecimiento de los Postgrados Nacionales de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT-Panamá) en el programa de Maestría en Ciencias en Computación Móvil y E.C. es apoyado por el Sistema Nacional de Investigación de Panamá (SNI).

Referencias

Abad, R. C. (2002). *Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas*. Netbiblo.

Arias, L. M. P. de, Montoya, L. A., & Henao, S. A. F. (2010). Análisis de líneas de espera a través de teoría de colas y simulación. *Scientia et Technica*, *3*(46), 56-61.

Arpi, P. S., Estrada, E. O., Romero, L. C., & Jumbo, E. T. (2018). Análisis de semáforos: Av. 25 de Junio entre los distribuidores el Bananero y El Cambio. *Conference Proceedings (Machala)*, *2*(1), Art. 1. http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/253

Biao, X., Hao, C., Wu, X., Wei, W., & Ce, L. (2013). Journey Arrangements Based on Queuing Theory. *2013 International Conference on Computational and Information Sciences*, 674-677. https://doi.org/10.1109/ICCIS.2013.183

Chowdhury, D., Santen, L., & Schadschneider, A. (2000). Statistical physics of vehicular traffic and some related systems. *Physics Report 329*, 199-329.

Contreras, A.-V., & Lárraga, M.-E. (2009). Optimización del Tráfico Vehicular en la Intersección de dos Calles Urbanas. . . *ISSN*, *1*(1), 18.

Cújar, V. A. del C. S. de la V. D. A. C. U. J. Á. (2010). Objeto virtual de aprendizaje para la didáctica en la enseñanza de modelos M;M;1: Infinito y M;M;s: infinito [Virtual learning object for didactics in model teaching: M/M/1: infinite, and M/M/s: infinite]. *SIGraDi 2010_Proceedings of the 14th Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, pp. Bogotá, Colombia, November 17-19, 2010, pp. 121-124*. http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/2015%20+dave=2:/Show?sigradi2010_121

Daza, S. D. N., & Rojas, T. (2018). Desarrollo de un modelo microscópico de tránsito en los accesos viales del Aeropuerto Internacional el Dorado de Bogotá. *Undefined*. https://www.semanticscholar.org/paper/Desarrollo-de-un-modelo-microsc%C3%B3pico-de-tr%C3%A1nsito-en-Daza-Rojas/216790089c5d4cbf9573ceb1d8d083998b2c3de7

De Giusti, M. R. (2006). *Teoría de Colas*. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/84843

Fernández-Henao, S., Montoya, L., & Portilla, L. (2011). Análisis de una zona de confluencia de un sistema vial a través de modelos de simulación: Un caso particular. *Sophia*, *7*, 173. https://doi.org/10.18634/sophiaj.7v.1i.139

Garcia, A. V. C., & Larraga, M. E. (2020). *Optimización del Tráfico Vehicular en la Intersección de dos Calles Urbanas*. http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/1249

Miranda, M. (2015). Sistemas de colas con distribuciones de tiempo de servicio derivadas de la distribución exponencial. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, *23*(37), Art. 37. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/11984

Romaní, J. (1957). Un modelo de la teoria de colas con numero variable de canales. *Trabajos de Estadistica*, *8*(3), 175-189. https://doi.org/10.1007/BF03006469

Roy, D. (2016). Semi-open queuing networks: A review of stochastic models, solution methods and new research areas. *International Journal of Production Research*, *54*(6), 1735-1752. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1056316

Soldevila, M. V. (2014). *Análisis de las vías interurbanas de acceso a la ciudad de Panamá*. 105.

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

Recebido/Submission: 01/12/2022
Aceitação/Acceptance: 11/03/2023

Martha-Bot: Un asistente robótico para el soporte en la enseñanza de habilidades de orientación espacial a niños con discapacidad intelectual leve y moderada

Nuria Parapi-Peña, Verónica Velasquez-Angamarca, Efrén Lema-Condo, Vladimir Robles -Bykbaev

nparapi@est.ups.edu.ec; vvelasqueza@est.ups.edu.ec; elema@ups.edu.ec; vrobles@ups.edu.ec

GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Pages: 156-165

Resumen: Según las últimas estimaciones del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), en América Latina y el Caribe, cerca de 19,1 millones de niños viven con discapacidad. En esta línea, el 24% de los niños con discapacidad tienen menos probabilidades de recibir estimulación temprana y atención receptiva. En países en vías de desarrollo como Ecuador, no se cuenta con el personal y las herramientas tecnológicas suficientes para brindar terapia y estimulación temprana a niños con Discapacidad Intelectual (DI). Por estos motivos, en este trabajo presentamos un asistente robótico para ayudar a estos niños a desarrollar la orientación espacial, habilidad imprescindible para posteriormente desarrollar habilidades superiores como la lectura, la escritura o la capacidad de ubicarse en un espacio determinado. Un equipo de expertos evaluó el asistente robótico con el objetivo de determinar la viabilidad real de su uso con niños con DI. Se utilizó el coeficiente de correlación de rangos de Kendall para determinar el nivel de acuerdo entre los expertos, y los resultados obtenidos muestran un nivel de acuerdo moderado (p-value 0.00856).

Palabras-clave: Asistente robótico; Niños con discapacidades; Orientación espacial; Discapacidad intelectual.

Martha-Bot: a robotic assistant to support the development of spatial orientation skills in children with mild and moderate intellectual disabilities

Abstract: According to the latest United Nations Children's Fund (UNICEF) estimates, in Latin America and the Caribbean, nearly 19.1 million children live with disabilities. In this line, 24% of children with disabilities are likely to less to receive early stimulation and responsive care. In developing countries such as Ecuador, there are not enough personnel and technological tools for providing therapy and early estimulation to children with Intellectual Disability (ID). For these reasons, in this paper we present a robotic assistant to help these children developing spatial

orientation, an essential skill to later develop superior skills such as reading, writing or being able to locate oneself in a certain space. A team of experts evaluated the robotic assistant with the objective to determining the real feasibility of using it with children with ID. The Kendall rank correlation coefficient was used to determine the agreement level between experts, and the achieved results show a moderate agreement level (p-value 0.00856).

Keywords: Robotic assistant; Children with disabilities; spatial orientation; intellectual disability.

1. Introducción

Actualmente, evidenciamos los esfuerzos que realizan los docentes y tutores de niños con discapacidad para ayudarles a tener una educación y una vida de calidad; sin embargo, en varios casos estos esfuerzos se ven limitados debido a la escasez de recursos inclusivos que sirvan de apoyo para desarrollar o potencializar las habilidades de esta población. En este sentido, ayudar a los estudiantes con discapacidad intelectual a adquirir habilidades importantes para su vida diaria es un desafío para los maestros y padres de familia. La discapacidad intelectual impide el desarrollo adecuado de las habilidades cognitivas de los niños, tornándolas más lentas y complejas, lo que les provoca dificultades para aprender cosas nuevas (Sulkes, 2022).

Por otro lado, estamos viviendo en una era tecnológica en la que, a más de celulares, tabletas, computadoras, aplicaciones, entre otras; la robótica educativa está tomando un gran protagonismo en la sociedad; desde pequeños objetos robóticos hasta grandes robots con inteligencia artificial programados para asistir a personas con discapacidad, apoyar en actividades educativas o simplemente ser compañía en actividades de ocio y recreación (Parra, 2021).

Desde el surgimiento de la robótica educativa se considera esta ciencia una herramienta que aporta significativamente al aprendizaje de todos los estudiantes, debido a que, según varios autores, los asistentes robóticos intervienen positivamente en el desarrollo de destrezas y competencias para dar respuestas favorables a problemas educativos multidisciplinarios. Además, aportan para desarrollar habilidades tecnológicas, las mismas que son importantes para afrontar desafíos de esta época y, genera motivación en los educandos para adquirir los conocimientos de manera más interactiva y novedosa (Gonzales, Flores y Muñoz, 2021).

En este artículo se presenta una propuesta metodológica innovadora e inclusiva. Se trata de un asistente robótico en forma de tortuga que nos permite ejecutar varias actividades lúdicas y cognitivas. En este caso, el asistente robótico se va a utilizar para enseñar habilidades de orientación espacial mediante una serie de actividades, a niños con discapacidad intelectual leve y moderada.

La orientación espacial es una habilidad cognitiva básica para que las personas puedan moverse dentro de un determinado espacio y, aunque parezca una destreza simple, esta es indispensable en la formación educativa de los niños, debido a que, es necesaria para adquirir las habilidades de lectura, escritura, numeración y cálculo. Además, que un niño posea un desarrollo efectivo en la orientación espacial previene problemas a nivel perceptivo, motriz, social y personal (Zamora, Barrantes y Barrantes, 2021). Las nociones

espaciales con las que vamos a trabajar son: arriba-abajo; dentro-fuera; delante-detrás; cerca-lejos; encima-debajo, izquierda-derecha.

Finalmente, varios autores mencionan que las destrezas de orientación espacial se van adquiriendo y potencializando a medida que el niño va aumentando su capacidad intelectual (Zamora Rodríguez et al., 2021). Es por esto, que hemos decidido enfocar esta propuesta en desarrollar dichas habilidades en menores con discapacidad intelectual leve y moderada en un rango de edad de 6 a 12 años, considerando que, en un futuro el no desarrollo de la orientación espacial va a repercutir en la adquisición de otras destrezas importantes y por ende en el aprendizaje.

2. Trabajo Relacionado

La robótica está presente en la enseñanza de niños con discapacidad. Pérez-Vázquez et al. (2019) presentan una investigación sobre "el uso del robot bee-bot como herramienta de aprendizaje de emociones en la enseñanza del alumnado con trastorno del espectro autista". Es importante señalar que estos niños no tenían experiencia previa con el robot. En esta investigación se realiza una intervención para la comprensión, reconocimiento y expresión de emociones usando el robot Bee-Bot. Los resultados revelaron que todos los niños mostraron una clara mejora en el uso de la comunicación verbal, aprendizaje de las emociones básicas y criterios relacionados con la programación y la orientación espacial. Finalmente, los autores concluyen que los robots son una herramienta de impacto en la educación socioemocional de los educandos con TEA, puesto que, generan ambientes agradables donde aprender y estimular diversas destrezas (Pérez-Vázquez et al., 2019).

Igualmente (Pérez et al., 2021) realizaron una investigación donde utilizaron un robot social LRS1 para ayudar a mejorar la memoria de 4 niños con discapacidad intelectual. El robot puede hablar, cambiar sus expresiones faciales y mover el cuello; fue sometido a algunas modificaciones para que resulte más novedoso para los estudiantes. Los investigadores realizaron una pre-prueba (sin el robot) y una pos-prueba (con el robot) y compararon los resultados. Los niños presentaron un alto nivel de interés en las sesiones con el robot y algunos de ellos lograron mejorar en las actividades de memoria. Los autores mencionan que la premisa develada es: la memoria episódica de un niño con discapacidad intelectual puede ser mejorada con una intervención basada en robótica social, siempre que el niño muestre interés en las sesiones.

Del mismo modo (Cabrera et al., 2019) emplean técnicas de visión artificial para el beneficio de niños con déficit de atención e hiperactividad a través de un ejercicio psicomotriz utilizando el robot NAO. Para ello, los autores realizaron una serie de actividades dirigidas a la terapia psicomotriz con la finalidad de mejorar el nivel atencional de los niños. Dichas actividades se ejecutaron con NAO, un asistente robótico que aporta a la educación de diversas áreas junto con una plataforma computacional que permite el movimiento del robot. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron positivos, debido a que, se verificó la disminución de los indicadores de hiperactividad en los niños al realizar las actividades con la interacción directa con el robot.

En la misma línea, (Salinas et al., 2019) al robot "PUSAHQ", que es capaz de hablar y realiza movimiento, mismo que, ofrece a los niños varias opciones didácticas para el

aprendizaje, como: historias, cuentos, canciones, variedad de juegos, galería de imágenes y reconocimiento facial. Se utilizó el robot con 192 niños, los mismo que, interactuaron de forma lúdica y cognitiva, de los cuales, al 98,44% le gustó y se obtuvieron resultados favorables en cuanto a participación, involucramiento, concentración y aprendizaje. Asimismo, expertos en educación describieron al robot como un recurso didáctico e innovador que aporta a la educación especial, dado que, lo consideran ideal para trabajar con estudiantes con discapacidad intelectual.

Finalmente, (Jardón et al., 2008) describen el robot Asibot como un "electrodoméstico" móvil, diferente a los robots móviles tradicionales, que puede moverse a través de conectores situados en cualquier punto de la casa, desarrollando diferentes tareas cotidianas de asistencia a personas con discapacidad, como ayuda a comer, beber, aseo personal, manipulación de objetos, entre otras. Se realizaron pruebas con varias personas, las cuales mencionaron que el robot es ideal para algunas tareas y que en las otras deben hacerse algunas modificaciones; sin embargo, este fue el inicio de un gran avance de la robótica para apoyar a las personas con discapacidad en las actividades de la vida diaria.

3. Arquitectura del Sistema

Los asistentes robóticos en la educación son propicios para apoyar en el aprendizaje de habilidades creativas, científicas y comunicativas; y es una herramienta innovadora al producir cambios en las personas que interactúan con estos equipos. El empleo de estas herramientas tecnológicas puede producir cambios en las ideas sobre el mundo que nos rodea, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores. Desde nuestra perspectiva se presenta un asistente robótico que está compuesto por diferentes módulos que ayudan a la lateralidad, discriminación de colores, identificación de tonos, observación de trayectorias e identificación de texto mediante la estimulación visual, auditiva y táctil. Para esto se ha utilizado diferentes dispositivos electrónicos, y materiales empleados en la impresión aditiva.

El asistente robótico (Figura 1) presenta dos maneras de interactuar con él, una primera manera es de forma manual y la segunda mediante una aplicación móvil gracias a la comunicación serial y al módulo Bluetooth HC05. El sistema central del asistente robótico está compuesto por un Arduino mega mini 2560 del cual se ha utilizado sus sistemas de comunicación, entradas digitales y entradas analógicas según la necesidad de los elementos electrónicos que presentan los diferentes módulos que describiremos a continuación.

Con el módulo de lateralidad del asistente robótico puede desplazarse en cuatro direcciones que son: adelante, atrás, izquierda, derecha. Esto es gracias a que lleva incorporado 2 motores paso a paso con sus respectivos drivers. Estos drivers son controlados con 8 salidas digitales provenientes del Arduino y sirven para alimentar las bobinas de los motores, para brindar movimiento y control de la velocidad de desplazamiento. Para controlar al robot de forma manual se empleó un chip denominado MPR121 que maneja la comunicación I2C, el cual posee entradas táctiles las cuales son conectadas a botones impresos en material conductivo y dependiendo del botón tocado con los dedos se ejecutará la acción asociada a esa entrada.

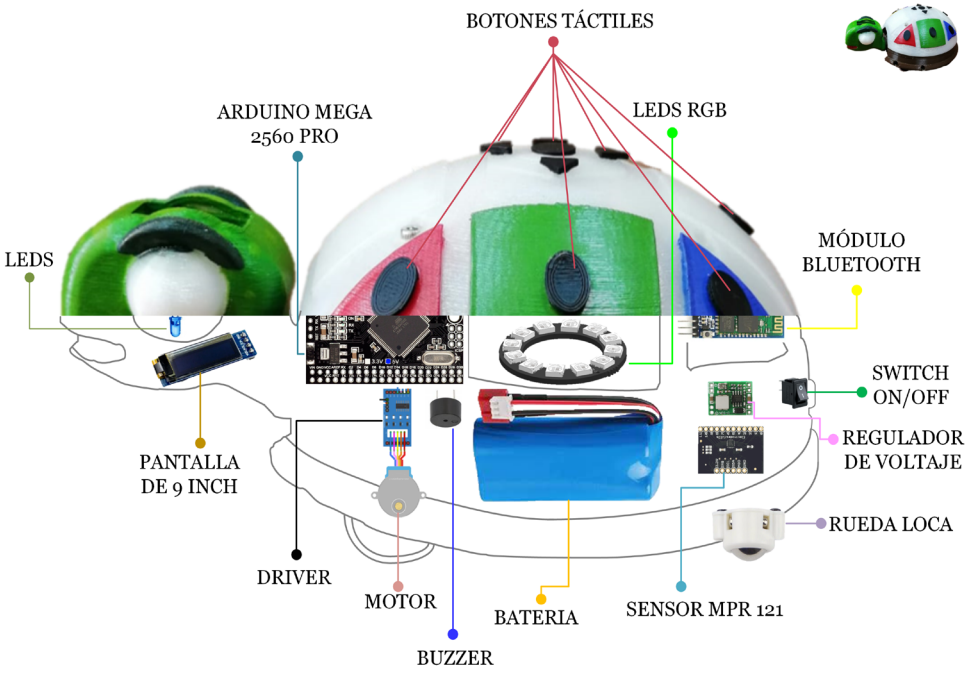


Figura 1 – Estructura y principales componentes electrónicos del asistente robótico Tortuga “Martha”

El módulo de iluminación presenta subsecciones como: encendido de ojos, encendido de banderas y encendido de colores, para esto se empleó leds de 5mm de alto brillo y leds RGB de control unidireccional. El encendido de ojos se puede dar desde la aplicación móvil seleccionando su sección o desde la forma manual al tocar cualquier entrada táctil del MP121. El encendido de banderas se da únicamente desde la aplicación móvil en esta sección se puede escoger la bandera de Ecuador o la de Francia. Y finalmente la sección de encendido de colores desde la aplicación es posible crear una gama de colores con la mezcla de los colores rojo, verde y azul además de tener la posibilidad de encender un número determinado de leds siendo 12 el número máximo. Y de manera manual en el asistente robótico están ubicados seis colores con botones táctiles de color negro en el centro que al tocar pone al robot del color seleccionado.

Finalmente, el módulo auditivo permite al robot reproducir dos canciones mediante la reproducción de frecuencias a través de un buzzer además de indicar el estado bajo de su batería mediante un zumbido y el módulo de trayectorias que permite visualizar a la persona dos trayectorias de desplazamiento del robot, y un último modulo es el envío de texto a través de la aplicación móvil y su visualización en una pantalla I2C de 128x32 pixeles en el cual se puede presentar imagen y texto y también muestra el estado de la batería. Estas secciones se controlan únicamente desde la aplicación móvil.

3.1. Actividades educativas con el robot Martha

En la Tabla 1 se puede apreciar la descripción de las diferentes actividades que se pueden desarrollar con el apoyo del asistente robótico. Como se aprecia, en la segunda columna se indica la consigna y en la tercera columna se detalla qué pasos debe seguir el docente cuando trabaja con el apoyo del robot en clase con los niños.

#	Actividad	Descripción de la actividad
1	*¿Dónde está la tortuguita?*	Se presenta la tortuguita a los niños y se hace un juego introductorio. Con ayuda de material concreto, el aplicador va a dirigir a la tortuga delante, detrás, dentro, fuera, izquierda, derecha, lejos o cerca de un objeto. Se procede a preguntar al niño "¿Dónde está ubicada la tortuga?" Ellos responderán "delante del elefante" "cerca del elefante", según corresponda.
2	*Ubica a la tortuguita.*	Con ayuda de material concreto, los niños van a ubicar a la tortuguita según corresponda. Por ejemplo: "Luis, dirígele a la tortuguita al lado izquierdo del mono", "Paola, llévale a la tortuguita detrás del caballo".
3	*El rey manda.*	Con ayuda de dos tortugas y de material concreto, los niños van a jugar. Por ejemplo: "el rey manda a colocar a la tortuga detrás del mono", "el rey manda a colocar a la tortuga a delante del elefante", "el rey manda a colocar a la tortuga lejos del cocodrilo", "el rey manda a colocar a la tortuga cerca del oso". El niño que primero realice la acción será el ganador.
4	*Búsqueda del tesoro.*	Se crea un mapa para que los niños junto con la tortuga busquen un tesoro; para ello deben seguir instrucciones como: "haz caminar a la tortuguita hacia adelante", "ahora hacia la izquierda", "seguido hacia abajo" y "finalmente hacia la derecha". Al final los niños encontrarán un tesoro (golosinas/juguetes).
5	*Competencia entre tortuguitas.*	Usando dos tortugas la aplicadora dirá en voz alta las consignas y los niños las irán siguiendo. Por ejemplo: "Para llegar a la meta, dirijan a la tortuga hacia adelante"; "ahora muévela hacia la derecha"; "giren a la tortuga a la izquierda" y "finalmente continúen hacia delante". La tortuga que llegue primero a la meta será la ganadora.
6	*Dirige a la tortuguita según el color del caparazón.*	El niño selecciona un color para la tortuguita y debe dirigirla cerca de un objeto que tenga el mismo color y mencionar el lugar donde lo ubicó. Ejm: color rojo: "la tortuga está ubicada delante del cangrejo".
7	*Juegos de la aplicación.*	Utilizando la aplicación de la tortuguita, los niños van a participar del juego que se encuentra en la APP. El juego se puede desarrollar en varios escenarios (playa, selva, comunidad), se debe elegir un inicio, un fin y se puede colocar obstáculos. Los niños deben dirigir a la tortuguita virtual hasta llegar a la meta (fin), superando los obstáculos que se presentan.

Tabla 1 – Actividades educativas que se desarrollan con el asistente robótico durante los procesos de enseñanza – aprendizaje

En síntesis, las actividades descritas en la tabla 1 ayudan a potencializar de manera lúdica aspectos relacionados con las habilidades de orientación espacial como: el uso correcto

del espacio; la importancia de ubicarse adecuadamente en un lugar; lo indispensable de conocer las nociones de orientación como: arriba-abajo; dentro-fuera; delante-detrás; cerca-lejos; encima-debajo e izquierda-derecha. En este sentido, es importante que los estudiantes con discapacidad intelectual logren interiorizar estas nociones para que puedan desenvolverse y desplazarse de manera correcta en un determinado espacio, sin golpearse o tropezarse con los objetos de su alrededor. Asimismo, estas habilidades ayudarán posteriormente para que los estudiantes con discapacidad intelectual escriban y lean correctamente de izquierda a derecha, siguiendo un orden y mejorando sus capacidades cognitivas.

En contraste, es importante mencionar que Martha-Both se puede aplicar con estudiantes regulares y con estudiantes con discapacidad intelectual leve y un pequeño porcentaje de discapacidad intelectual moderada, debido a que algunos niños de esta población no tienen un desarrollo adecuado en su motricidad fina, lo que va a dificultar el trabajo con la tortuga y la aplicación móvil. Finalmente, es recomendable trabajar con máximo 5 niños, puesto que, el docente-terapeuta debe brindar una orientación personalizada.

4. Plan piloto experimental y resultados preliminares

A fin de determinar si existió consenso entre los expertos, se trabajó con un grupo de 4 expertos en el ámbito de la educa. Como se puede apreciar en la Tabla 2, los expertos tienen una amplia experiencia tanto profesional (media 8.25 y DS 3.5) como con el trabajo con niños con DI (media 4.5 y DS 1.29). Todos los expertos son psicólogos clínicos, 3 son mujeres y 1 es hombre. Sus edades están en el rango entre 26 y 39 (media 34.25 y DS 5.73).

Experto	Género	Años de experiencia profesional	Años de experiencia en el trabajo con niños con DI	Profesión
1	F	7	4	Psicólogo clínico
2	F	12	6	Psicólogo clínico
3	M	10	5	Psicólogo clínico
4	F	4	3	Psicólogo clínico

Tabla 2 – Perfiles de los expertos que participaron del proceso de valoración inicial del asistente robótico “Martha”

Se aplicó una encuesta especializada consistente en 15 preguntas en escala de Likert que tenían como objetivo conocer los criterios de los expertos con respecto a la facilidad de uso, impacto del asistente robótico y funcionalidades del robot para el trabajo con niños con DI. También se contó con 11 preguntas de carácter demográfico (nombres, edad, años de experiencia profesional, etc.). Para determinar el nivel de consenso entre los expertos, se calculó el Kendall’s Coefficient of Concordance W (Juškevičienė et al., 2021). El proceso de cálculo se llevó a cabo empleando el software estadístico R (versión 4.1.2) y se plantearon las siguientes hipótesis en relación con la concordancia entre los expertos:

- *Ho*: No existe consenso entre los expertos en relación con los criterios de evaluación del asistente robótico.
- *Ha*: Si existe consenso entre los expertos en relación con los criterios de evaluación del asistente robótico.

Como se puede observar a continuación, para el Kendall's Coefficient of Concordance W se trabajó con la interpretación propuesta por (Landis & Koch, 1977):

- 0.00 <= w < 0.20 – Consenso débil
- 0.20 <= w < 0.40 – Consenso bajo.
- 0.40 <= w < 0.60 – Consenso moderado.
- 0.60 <= w < 0.80 – Consenso substancial.
- w >= 0.80 – Consenso perfecto.

Se obtuvieron los siguientes resultados: a) W = 0.529, b) p-value = 0.00856 y c) Chisq = 29.6. Con estos valores, se puede constatar que los resultados sí son significativos (p-value < 0.05) y se rechaza la hipótesis nula. De acuerdo al Kendall's Coefficient se puede apreciar que existe un nivel de consenso "moderado", lo que nos permite establecer conclusiones preliminares.

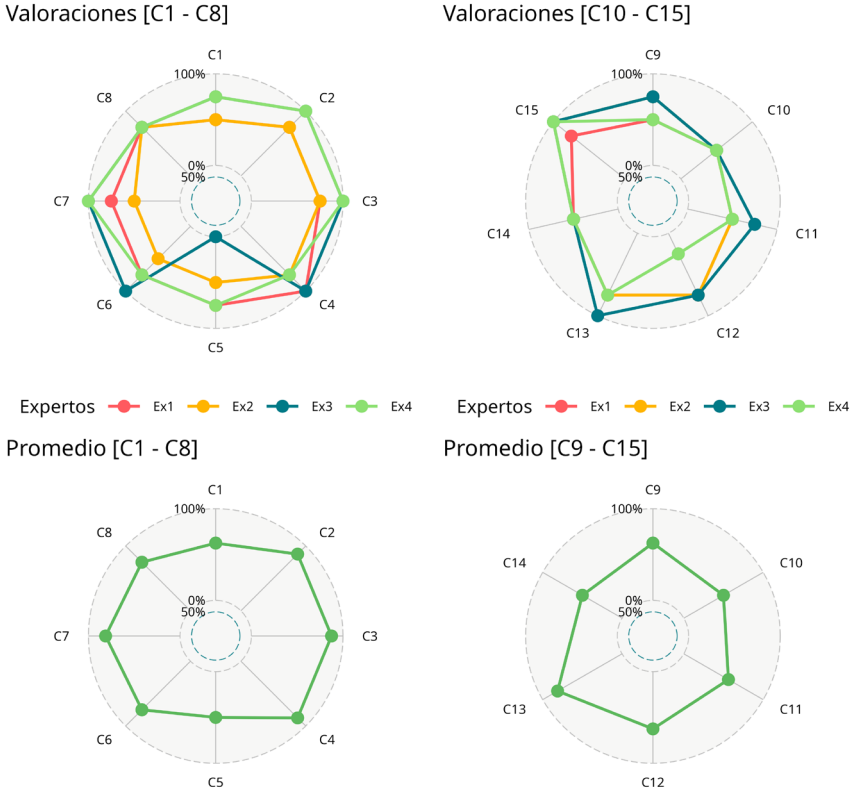


Figura 2 – Resultados con valoraciones de expertos por bloques de criterios

En la Figura 2 se pueden observar los resultados de las valoraciones de los expertos divididos en 2 bloques de criterios C1 – C9 y C10 – C15 (diagramas de radar de la primera fila). En la segunda fila se pueden observar los valores promedios para los mismos criterios. A continuación, se describen los criterios:

- C1 – C9: c1) facilidad de uso del robot, c2) factibilidad de que los niños con DI aprendan con la tortuga, c3) posibilidad de que la tortuga despierte el interés de los niños, c4) posibilidad de que la tortuga ayude a desarrollar habilidades de orientación espacial en los niños, c5) criterio sobre los colores de la tortuga, c6) opinión sobre los movimientos del robot, c7) utilidad de usar la aplicación móvil de control para dispositivos móviles, c8) opición sobre la estructura del robot y c9) facilidad de que un niño controle el robot desde un dispositivo móvil.
- C10 – C15: c10) opinión del tamaño de la tortuga, c11) facilidad para que los niños realicen las actividades con la tortuga, c12) opinión sobre la incorporación del robot en escuelas de educación regular, c13) opinión sobre si el robot ayuda mejorar la autonomía de los niños con DI), c14) opinión sobre los botones de la tortuga y c15) opinión general del robot.

5. Conclusiones

Con todo el trabajo realizado se concluye que, Marta-bot es un asistente robótico que sirve de ayuda y apoyo a los niños y niñas con discapacidad intelectual leve y moderada para la adquisición y potencialización de las habilidades de orientación espacial, mismas que se desarrollan en la edad temprana y son indispensables para generar destrezas futuras como la lectura, escritura, cálculo, entre otras. De la misma manera, Martha-bot es un robot que despierta el interés y la curiosidad en los menores con este tipo de discapacidad, lo que permite que el aprendizaje de las destrezas de orientación espacial sea más lúdico, innovador, inclusivo y significativo.

Finalmente, es fundamental destacar que Marta-bot cuenta con diversas funciones como: luces de diferentes colores, sonidos, textos, juegos, botones que nos permiten trabajar manualmente y una aplicación móvil con la que se puede realizar las actividades desde ese dispositivo. Todo esto capta la atención de los niños con discapacidad intelectual, por lo que los expertos mencionan que es un recurso adaptado y muy bien estructurado para trabajar el área de orientación espacial con esta población y con menores que no tengan ningún tipo de discapacidad.

Referencias

Cabrera, F., Rodríguez, C., Zabala, M., & Santacruz, F. (2019). Implementación de técnicas de visión artificial para el beneficio de niños con déficit de atención e hiperactividad a través de un ejercicio psicomotriz utilizando el robot NAO. *Espacios*, *40*(32), 1-10.

Gonzales, M., Flores, Y., y Muñoz, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 18, núm. 2. https://www.redalyc.org/journal/920/92065360002/92065360002.pdf

Jardón, A., Giménez, A., Correal, R., Martinez, S., & Balaguers, C. (2008). Asibot: Robot portátil de asistencia a discapacitados. concepto, arquitectura de control y evaluación clínica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, *5*(2), 48-59. https://doi.org/10.1016/S1697-7912(08)70144-4

Juškevičienė, A., Stupurienė, G., & Jevsikova, T. (2021). Computational thinking development through physical computing activities in STEAM education. *Computer Applications in Engineering Education*, *29*(1), 175-190. https://doi.org/10.1002/cae.22365

Landis, J. R., & Koch, Gary G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, *33*(1), 159-174.

Parra, J. (2021). Robótica para la inclusión educativa: una revisión sistemática. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (11), 150–171. https://doi.org/10.6018/riite.492211

Pérez, J., Azuaje, M., León, C., & Pedroza, O. (2021). Efectos de la Robótica Social en la Memoria Episódica de Niños con Discapacidad Intelectual. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 16, no. 4, pp. 393-399, Nov. 2021, doi: 10.1109/RITA.2021.3125899 DS Repositorio institucional de la Universidad de La Laguna*, *16*, 1-7. https://doi.org/10.1109/RITA.2021.3125899

Pérez-Vázquez, E., Lorenzo, G., Lledó Carreres, A., Lorenzo-Lledó, A., & Gilabert-Cerdá, A. (2019). El uso del robot Bee-Bot como herramienta de aprendizaje de emociones en la enseñanza del alumnado con Trastorno del Espectro Autista. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, 577-584. https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v3.1643

Rangel, J., y Pinzón, C. (2013). Robótica pedagógica para la educación de los niños con discapacidad. https://www.utp.ac.pa/documentos/2016/pdf/el-tecnologico-23-robotica-pedagogica-para-la-educacion-de-ninos-con-discapacidad.pdf

Salinas, L. E. S., Carrera, E. M. C., Yánez, P. E. L., & Granizo, C. N. J. (2019). PUSAHQ, un robot inteligente para la enseñanza a niños de etapa inicial. *Ciencia Digital*, *3*(3.4.), 135-151. https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..842

Sulkes, S. (2022). Discapacidad Intelectual. Manual MSD. https://www.msdmanuals.com/es-ec/hogar/salud-infantil/trastornos-del-aprendizaje-y-del-desarrollo/discapacidad-intelectual

Zamora Rodríguez, V., Barrantes Masot, M. C., & Barrantes López, M. (2021). Enseñanza y aprendizaje de la orientación espacial. *Números : revista de didáctica de las matemáticas.*, *107*, 129-146. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/221685

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

Recebido/Submission: 29/12/2022
Aceitação/Acceptance: 30/03/2023

Incidencia de la expectativa de esfuerzo y la expectativa de desempeño en la satisfacción laboral y compromiso organizativo de usuarios de plataformas digitales

Sergio Araya-Guzmán[1], Esteban Riffo-Rodriguez[1], Cristian Salazar-Concha[2]

esteban.riffo20@gmail.com; saraya@ubiobio.cl; cristiansalazar@uach.cl

[1] Universidad del Bío-Bío, avenida Collao 1202, 4051381, Concepción, Chile.

[2] Universidad Austral de Chile, Independencia 631, 5090000, Valdivia, Chile.

Pages: 166-176

Resumen: Este artículo presenta los resultados de un estudio que tiene como objetivo establecer si la expectativa de desempeño y la expectativa de esfuerzo inciden en la satisfacción laboral y compromiso organizativo. Con este fin, se han aplicado encuestas a trabajadores de un Servicio de Salud de la región del Biobío de Chile, que utilizan plataformas digitales para ejecutar todas o algunas de sus funciones dentro de la organización. Los resultados del análisis de ecuaciones estructurales indican que las expectativas de desempeño inciden en la satisfacción laboral y el compromiso organizativo, asimismo las expectativas de esfuerzo inciden en la satisfacción laboral y en las expectativas de desempeño.

Palabras-clave: Expectativa de desempeño, Expectativo de esfuerzo, Satisfacción laboral, Compromiso organizativo.

Incidence of effort expectation and performance expectation on job satisfaction and organizational commitment of users of digital platforms

Abstract: This article presents the results of a study that aims to establish whether performance expectation and effort expectation affect job satisfaction and organizational commitment. To this end, surveys have been applied to workers of a Health Service in the Biobío region of Chile, who use digital platforms to perform all or some of their functions within the organization. The results of the structural equation analysis indicate that performance expectations affect job satisfaction and organizational commitment, as well as effort expectations affect job satisfaction and performance expectations.

Keywords: Performance expectation, Effort expectation, Job satisfaction, Organizational commitment.

1. Introducción

Los sistemas y tecnologías de información constituyen herramientas que actualmente se utilizan en todo tipo de organizaciones y en la más amplia variedad de funciones, debido a la contribución en el desarrollo y logro de los resultados esperados y de un mejor rendimiento o desempeño de la organización.

La introducción y utilización de estas tecnologías en una organización puede ocasionar diferentes actitudes o reacciones de sus usuarios, incidiendo, por ejemplo, en la percepción que una persona tiene sobre la ayuda de la tecnología en el logro de su desempeño o en la percepción de la facilidad de su uso, aspectos que se relacionan con la expectativa de desempeño y con la expectativa de esfuerzo, respectivamente.

En la época actual, de pandemia mundial debido al Covid-19, las organizaciones se han visto obligadas a un mayor uso de los sistemas y tecnologías de información, afectado significativamente a empleados y empleadores (Lascano, 2022), obligando a las personas a adquirir en tiempo récord un conocimiento óptimo en el uso de dispositivos, tecnologías y plataformas digitales (Arias-Méndez et al., 2022), lo que podría influir en la percepción que tienen sobre su actividad laboral, afectando, por ejemplo a su satisfacción laboral y compromiso organizativo.

En este contexto, este estudio busca establecer si la expectativa de esfuerzo y la expectativa de desempeño (factores asociados a la aceptación de tecnologías) inciden en la satisfacción laboral y el compromiso organizativo, en un ámbito determinado, empleados de un servicio de salud del sur de Chile.

2. Antecedentes

2.1. Expectativa de Desempeño y Expectativa de Esfuerzo

La expectativa de desempeño y la expectativa de esfuerzo son variables contempladas en los enfoques o modelos de adopción tecnológica, como el Modelo TAM (Technology Acceptance Model) de Davis (1989), el UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) de Venkatesh et al. (2003) y el UTAUT2 de Venkatesh et al. (2012).

La **expectativa de desempeño** se define como el nivel de creencia que tiene un individuo de que una tecnología le ayudará a conseguir un incremento de su desempeño en el trabajo. Este es el antecedente de mayor influencia en la intención de uso, tanto si el uso es voluntario como si es obligatorio Venkatesh et al. (2003). Davis (1989) utilizó este constructo como percepción de utilidad y lo definió como el grado en que una persona cree que usar el sistema le ayudará a obtener ganancias en el desempeño laboral.

La **expectativa de esfuerzo** se define como el grado de facilidad de uso asociado a una tecnología. Si el usuario percibe que le será fácil utilizar una determinada herramienta o sistema, será más probable que la adopte Venkatesh et al. (2003). La expectativa de esfuerzo es conceptualmente idéntica al constructo "facilidad de uso percibida" utilizada en el modelo TAM Davis (1989).

2.2. Satisfacción Laboral y Compromiso Organizativo

La satisfacción laboral, puede definirse como el sentido de satisfacción o logro que deriva de la actividad laboral (Elivana et al., 2019; Sironi, 2019), centrándose en los sentimientos frente al trabajo y en las consecuencias afectivas que derivan de él (Caballero Rodríguez, 2002), es un conjunto de emociones y sentimientos favorables o desfavorables del empleado hacia su actividad laboral, la satisfacción en el trabajo es una actitud afectiva, una sensación de relativo gusto o disgusto hacia algo (Alcas et al. (2019). La satisfacción laboral de los empleados es una variable crítica en el desempeño organizacional, ya que refleja el bienestar y el compromiso de los empleados (Chiang Vega et al., 2017), es importante además considerar un ambiente de trabajo agradable para los trabajadores, ya que esto se asocia un mayor gusto por las actividades que este realiza aumentando su lealtad y el compromiso hacia la organización (Martínez Acuña, 2022).

El compromiso de un individuo con la organización, según Ragu-Nathan et al. (2008), se refiere a la "fuerza de su identificación y participación en la organización". El compromiso organizativo puede definirse como la intención por parte de un empleado de permanecer como miembro de la organización (Colquitt et al., 2014; Bejarano et al., 2021), como la motivación de permanecer y aportar en una determinada organización (Jericó, 2001), disminuyendo los niveles de rotación del recurso humano (Bejarano et al., 2021).

3. Hipótesis de Investigación

La satisfacción laboral puede entenderse como un conjunto de emociones y sentimientos favorables o desfavorables del trabajador hacia su actividad laboral, es una actitud afectiva, una sensación de relativo gusto o disgusto hacia algo (Alcas et al., 2019), se refiere al sentido de satisfacción o logro que deriva de la actividad laboral (Eliyana et al., 2019; Sironi, 2019), centrándose en los sentimientos frente al trabajo y las consecuencias afectivas que derivan de él (Caballero Rodríguez, 2002), también hace referencia a las actitudes de las personas hacia aspectos de su trabajo (Spector, 2002; Chiang et al., 2007). En esta misma línea, el compromiso organizativo involucra las relaciones entre los empleados y la organización y tiene implicancias en las decisiones de continuar o dejar de ser miembro de la organización (Meyer et al., 1993), se refiere al grado en que un empleado se identifica con la organización y desea seguir participando de ella (Davis y Newstrom, 2001).

Las expectativas de desempeño (asociadas al nivel de creencia que tiene un individuo de que una tecnología le ayudará a conseguir un incremento de su desempeño en el trabajo) y las expectativas de esfuerzo (referidas al grado de facilidad de uso de la tecnología, donde mientras más fácil sea su utilización será más probable que el usuario la adopte), pensamos que pueden influir en la percepción que los usuarios pueden presentar de las TIC, lo que, según Sánchez, et al. (2013), puede incidir en la percepción que tienen sobre las condiciones o aspectos existentes en el desarrollo de su actividad laboral y, por lo tanto, con características de la organización (Araya-Guzmán et al., 2018), afectando su actitud y comportamiento, los que se relacionan directamente con la satisfacción laboral y con el compromiso organizativo de las personas. En esta línea, el estudio de Bouvier (2022) también considera una posible relación entre la expectativa de esfuerzo, la expectativa de desempeño y la satisfacción laboral.

Los planteamientos anteriores, nos permiten formular las siguientes hipótesis de investigación:

H1: La expectativa de desempeño pueden influir positivamente sobre la satisfacción laboral de los empleados.

H2: La expectativa de desempeño pueden influir positivamente sobre el compromiso organizativo de los empleados.

H3: La expectativa de esfuerzo pueden influir positivamente sobre la satisfacción laboral de los empleados.

H4: La expectativa de esfuerzo pueden influir positivamente sobre el compromiso organizativo de los empleados.

Lin et al. (2011) examinó el impacto de la facilidad de uso percibida (expectativa de esfuerzo en UTAUT) sobre la utilidad percibida (expectativa de desempeño en UTAUT) en el contexto de adopción de gobierno electrónico, los autores indica que estos dos constructos están fuertemente correlacionados y presentan altos niveles de significación, concluyendo que entre mayor es la facilidad de uso mayor será la utilidad percibida. En esta misma línea, Rajak y Shaw (2021) establecen que la expectativa de esfuerzo incide significativamente sobre la percepción de utilidad en el contexto de adopción de salud móvil (mHealth).

Los planteamientos anteriores, nos permiten formular la quinta hipótesis de investigación:

H5: La expectativa de esfuerzo pueden influir positivamente sobre la expectativa de desempeño de los empleados.

4. Metodología

Este estudio, de carácter exploratorio, lleva a cabo la validación de las hipótesis propuestas por medio un estudio empírico que considera como unidad de análisis el Servicio de Salud Arauco, ubicado en la región del Biobío, de Chile, y como unidad de observación trabajadores de este servicio que utilizan plataformas digitales para ejecutar todas o algunas de sus funciones dentro de esta organización. La medición de los datos se lleva a cabo utilizando instrumentos establecidos en investigaciones previas, con escala de Likert de 5 puntos (donde uno es el valor más bajo y cinco el valor más alto): Cabrera-Sánchez y Villarejo-Ramos (2020) y García et al. (2014) para medir expectativa de desempeño y expectativa de esfuerzo; Ragu-Nathan et al, (2008) para la medición de satisfacción laboral y compromiso organizativo.

La encuesta fue diseñada a través de “Google forms” y se distribuyó por medio de correo electrónico y visitas presenciales a funcionarios del Servicio de Salud Arauco. El análisis estadístico de los datos contempla la aplicación de modelo de ecuaciones estructurales basado en PLS y la utilización del software SmartPLS (versión 4.0.7.8) (Ringle et al., 2022).

5. Análisis de Datos y Resultados

Este trabajo presenta los resultados obtenidos para 351 casos de encuestas válidas obtenidas. El modelo de investigación contempla cuatro constructos de primer orden:

Expectativa de Desempeño (ED), Expectativa de Esfuerzo (EF), Satisfacción Laboral (SL) y Compromiso Organizativo (CO). Los datos obtenidos, una vez finalizado el proceso de aplicación de PLS se presentan en las Tablas siguientes.

La evaluación del modelo de medida contempla la medición de la validez y fiabilidad del modelo de orden superior, encontrándose que las cargas de los indicadores cumplen con la fiabilidad individual del modelo (valor mínimo exigido 0,707). Los índices de fiabilidad compuesta (rho_c) y de varianza media extraída (AVE) superan los valores generalmente aceptados (mínimo 0,7 para fiabilidad compuesta y AVE mayor que 0,5), cumpliéndose en consecuencia la fiabilidad de los constructos y la validez convergente, respectivamente. Los resultados obtenidos en esta medición se presentan en la Tabla 1. La Tabla 2 presenta el análisis de validez discriminante utilizando el criterio Heterotrait-Monotrait (HTMT), cumpliéndose satisfactoriamente esta evaluación (umbral de HTMT de 0.85). Luego, los resultados obtenidos muestran que se cumple la evaluación del modelo de medida en forma satisfactoria.

La evaluación del Modelo Estructural se lleva a cabo por medio de tres indicadores: los coeficientes path (β), la varianza explicada (R^2) y los t-estadísticos. Los datos obtenidos para los coeficientes path y los t-estadísticos se muestran en la Tabla 3.

Constructo/Ítem	Cargas	Fiabilidad Compuesta (rho_c)	Alfa de Cronbach	Varianza Extraída Media (AVE)
Expectativa de Desempeño (ED)		0,899	0,851	0,690
ED1	0,813			
ED2	0,819			
ED3	0,863			
ED4	0,825			
Expectativa de Esfuerzo (EF)		0,898	0,853	0,689
EF1	0,873			
EF2	0,884			
EF3	0,742			
EF4	0,813			
Satisfacción Laboral (SL)		0,908	0,863	0,767
SL1	0,911			
SL2	0,795			
SL3	0,916			
Compromiso Organizacional (CO)		0,875	0,814	0,702
CO1	0,787			
CO2	0,797			
CO4	0,922			

Tabla 2 – Validez Discriminante (criterio HTMT)

Constructo	CO	ED	EF	SL
CO				
ED	0,346			
EF	0,168	0,433		
SL	0,186	0,432	0,319	

Tabla 3 – Coeficiente Path y significancia estadística

Relación	Coef. Path (β)	t-estadísticos/ Valor P	Significancia Estadística
Expectativa de Desempeño -> Satisfacción Laboral	0,359	8,726/0,000	***
Expectativa de Desempeño -> Compromiso Organizativo	0,339	5,756 /0,000	***
Expectativa de Esfuerzo -> Satisfacción Laboral	0,175	3,955/0,000	***
Expectativa de Esfuerzo -> Compromiso Organizativo	0,003	0,057/0,0955	n.s.
Expectativa de Esfuerzo -> Expectativa de desempeño	0,398	6,610/0,000	***
Para n=5000 submuestras: *p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 (basado en una distribución t(4999) de Student de dos colas)			

Tabla 4 – Cargas, Fiabilidad Compuesta, Alfa de Cronbach y AVE

La Varianza Explicada (R2) para cada constructo son los siguientes: Expectativa de Desempeño (0,158), Satisfacción Laboral (0,209), Compromiso Organizacional (0,116).

Considerando el análisis efectuado, se soportan las hipótesis H1, H2, H3 y H5. La Figura 1 muestra esquemáticamente el resultado de análisis del modelo estructural.

5.3. Discusión

En relación con la expectativa de desempeño, se visualizan los cuatro aspectos contemplados, siendo los tres más relevantes: (i) Usar plataformas digitales en mi trabajo me ayuda a lograr cosas más rápidamente, (ii) Usar plataformas digitales en mi trabajo aumenta mi productividad, (iii) El uso de plataformas digitales en mi trabajo aumenta mis posibilidades de lograr cosas importantes para mí. Lo anterior puede significar que se otorga mayor relevancia a aspectos asociados a la utilidad que pueden prestar las plataformas digitales para el rápido logro de los resultados esperados y al aumento de productividad con su uso.

Sobre la expectativa de esfuerzo, se presentan los cuatro aspectos involucrados, siendo los tres más relevantes: (i) Mi interacción con las plataformas digitales en mi trabajo es clara y comprensible, (ii) Aprender a usar plataformas digitales para mi trabajo es fácil para mí, y (iii) Es fácil para mí ser hábil (o llegar a ser hábil) en el uso de plataformas digitales en mi trabajo. Lo anterior podría significar que se otorga mayor relevancia a aspectos asociados con la facilidad de interactuar, aprender y usar plataformas digitales.

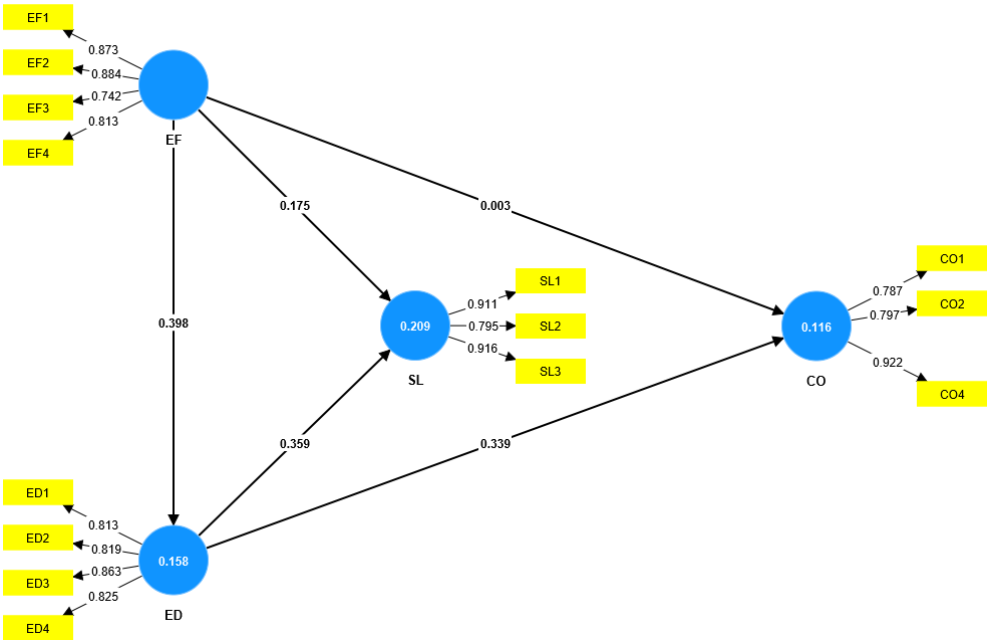


Figura 1 – Modelo Estructural

Respecto a la satisfacción laboral, se visualizan los tres aspectos contemplados, en el siguiente orden: (i) Mi trabajo es agradable, (ii) Me gusta lo que hago en el trabajo; y (iii) Me siento orgulloso haciendo mi trabajo. Lo anterior puede significar que aspectos relacionados con el sentimiento de agrado y orgullo con el trabajo que se desarrolla, son aspectos que se valoran como relevantes.

En relación con el compromiso organizativo, se visualizan tres de los cuatro aspectos involucrados, en el siguiente orden: (i) Esta organización tiene mucho significado personal para mí, (ii) Disfruto hablando de mi organización con personas ajenas a ella, y (iii) Estaría feliz de pasar el resto de mi carrera en esta organización. Lo anterior puede reflejar que se otorga mayor significancia a aspectos asociados al significado personal que se otorga a la organización, al entusiasmo con el que se habla de la organización con otras personas que no son parte de ella, y al sentimiento de querer continuar trabajando en la organización en forma indefinida.

Los resultados muestran que la expectativa de desempeño incide positivamente sobre la satisfacción laboral y el compromiso organizativo, lo que ha permitido que se soporten las hipótesis H1 y H2, mientras que la expectativa de esfuerzo sólo incide en la satisfacción laboral, permitiendo soportar la hipótesis H3. De igual forma, se aprecia que existe una relación positiva entre la expectativa de esfuerzo y la expectativa de desempeño, lo que ha permitido que se soporte la hipótesis H5.

La expectativa de desempeño, es decir, la creencia que tiene un individuo de que una tecnología le ayudará a conseguir un incremento de su desempeño en el trabajo, y la expectativa de esfuerzo, es decir, el grado de facilidad de uso de la tecnología (donde

mientras más fácil sea su utilización será más probable que el usuario la adopte), aumentan la satisfacción laboral (el gusto por lo que se hace en el trabajo, sentirse orgulloso de lo que se hace, sentir que el trabajo es agradable).

La expectativa de desempeño, es decir, la creencia que tiene un individuo de que una tecnología le ayudará a conseguir un incremento de su desempeño en el trabajo, aumenta el compromiso organizativo (el grado en que un empleado se identifica con la organización y desea seguir participando de ella).

Las expectativas de esfuerzo no influyen sobre el compromiso organizativo, es decir, el grado de facilidad de uso de la tecnología (donde mientras más fácil sea su utilización será más probable que el usuario la adopte) no incide en el grado en que un empleado se identifica con la organización y desea seguir participando de ella.

La expectativa de esfuerzo, es decir, el grado de facilidad de uso de la tecnología (donde mientras más fácil sea su utilización será más probable que el usuario la adopte) aumenta la expectativa de desempeño (la creencia que tiene un individuo de que una tecnología le ayudará a conseguir un incremento de su desempeño en el trabajo).

Los resultados obtenidos indican que la variación de la expectativa de desempeño es explicada en un 15,8% por la variación de la expectativa de esfuerzo, que la variación de la satisfacción laboral es explicada en un 20,9% por la variación de la expectativa de esfuerzo y expectativa de desempeño, que la variación del compromiso organizacional es explicada en un 16,6% por la variación de la expectativa de esfuerzo y expectativa de desempeño.

6. Conclusiones

Este estudio ha permitido visualizar que la expectativa de desempeño y la expectativa de esfuerzo (características asociadas a la aceptación tecnológica) inciden en la satisfacción laboral, la que, en consecuencia, se ve aumentada por las percepciones de facilidad de uso de la tecnología y el mayor rendimiento que puede generarse al utilizar las tecnologías.

De igual manera, se ha visualizado que el compromiso organizativo es aumentado por las expectativas de desempeño (a mayor expectativa de desempeño mayor compromiso organizativo).

Asimismo, se ha observado que la expectativa de esfuerzo aumenta la expectativa de desempeño, es decir, el grado de facilidad de uso de la tecnología aumenta la creencia que tiene un individuo de que una tecnología le ayudará a conseguir un incremento de su desempeño en el trabajo.

Por lo tanto, si se busca centrar los esfuerzos en la satisfacción laboral y el compromiso organizativo de los empleados, sería recomendable que la organización definiera e implementara políticas y mecanismos que permitieran desarrollar una mayor concientización sobre la facilidad de uso de las tecnologías (expectativa de esfuerzo) y la utilidad que pueden prestar y el aumento de productividad o desempeño con su uso (expectativa de desempeño). Esto cobra relevancia ya que al fomentar estas variables las personas tendrán una mayor satisfacción laboral y se sentirán más comprometidas

con la organización, lo que sin duda puede contribuir positivamente en el logro de los resultados esperados.

Sin embargo, es necesario continuar con el desarrollo de este estudio, para disponer de un mayor número de datos, contemplar más variables de aceptación tecnológica y de comportamiento organizativo, lo que podría presentar nuevos antecedentes sobre el uso de tecnologías, ratificando los hallazgos encontrados, revertirlos o bien presentar nuevos antecedentes, lo que debe ser discutido.

Referencias

Alcas, N., Alarcón, H., Venturo, C., Alarcón, M., Fuentes, J., & López, T. (2019). Tecnoestrés docente y percepción de la calidad de servicio en una universidad privada de Lima. Propósitos y Representaciones, 231-247.

Araya Guzmán, S., Figueroa, P., Grandón, E., Ramírez-Correa, P. & Alfaro-Pérez, J. (2018). Information Systems and their Effect on Organizational Performance: An Inquiry into Job Satisfaction and Commitment in Higher Education Institutions. Journal of Information Systems Engineering & Management, 3(4), 26.

Arias-Méndez, J. F., Galindo-Castro, M. C., & Triana-Pérez, Á. A. (2022). Satisfacción laboral en docentes de educación superior de universidades debido a la emergencia sanitaria por COVID-19 entre el año 2019 y 2021. Ergonomía, Investigación y Desarrollo, 4(2), 63–79. http://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/8490.

Bejarano, MAG, Vaca, CM, García, CRS, Carhuancho-Mendoza, IM, Isaías, AAM, & Siu, DRS (2021). La mediación de la satisfacción laboral en la relación del estilo de liderazgo y el compromiso organizacional. Apuntes Universitarios, 11 (2), 234-265.

Bouvier, David J., "An Empirical Study on Email Use, Stress, and Employee Job Satisfaction in a COVID-19 Environment" (2022). College of Business Theses and Dissertations. 25. https://via.library.depaul.edu/business_etd/25

Caballero Rodríguez, K. (2002). El concepto de "satisfacción en el trabajo" y su proyección en la enseñanza. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 6(1–2), 1–10. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56751267012.

Cabrera-Sánchez, J.-P., & Villarejo-Ramos, Á. F. (2020). Acceptance and use of big data techniques in services companies. Journal of Retailing and Consumer Services, 52, 101888.

Chiang Vega, M. M., Heredia Gálvez, S. A., & Santamaría Freire, E. J. (2017). Clima organizacional y salud psicológica de los trabajadores: una dualidad organizacional. Dimensión Empresarial, 15(1), 70–83.

Chiang Vega, M. M., Salazar Botello, C. M., & Núñez Partido, A. (2007). Clima Organizacional Y Satisfacción Laboral En Un Establecimiento De Salud Estatal: Hospital Tipo 1. Theoría: ciencia, arte y humanidades, 16(2).

Colquitt, J., Lepine, J. A., & Wesson, M. J. (2014). Organizational Behavior: Improving Performance and Commitment in the Workplace (4e). New York, NY, USA: McGraw-Hill.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly: Management Information Systems, 13(3), 319–339. https://doi.org/10.2307/249008

Davis Keith y Newstrom, J. O. H. N. (2001). Comportamiento Humano en el Trabajo. Editorial Mc Graw–Hill. México.

Eliyana, A., Ma'arif, S., & Muzakki. (2019). Job satisfaction and organizational commitment effect in the transformational leadership towards employee performance. European Research on Management and Business Economics, 25(3), 144–150. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2019.05.001

García, A. V. M., del Dujo, Á. G., & Rodríguez, J. M. M. (2014). Factores determinantes de adopción de blended learning en educación superior. Adaptación del modelo UTAUT. Educación XX1, 17(2), 217–240.

Jericó, P. (2001). Gestión del talento. Prentice Hall Madrid.

Lascano, A. M. P. (2022). Industria 4.0, implicaciones, certezas y dudas en el mundo laboral. Universidad y Sociedad, 14(4), 453–465.

Lin, F., Fofanah, S. S., & Liang, D. (2011). Assessing citizen adoption of e-Government initiatives in Gambia: A validation of the technology acceptance model in information systems success. Government Information Quarterly, 28(2), 271–279. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.giq.2010.09.004

Martínez Acuña, G. (2022). Revisión sistemática sobre satisfacción laboral en trabajadores/as en Latinoamérica.

Meyer, J. P., Allen, N. J., & Smith, C. A. (1993). Commitment to organizations and occupations: Extension and test of a three-component conceptualization. Journal of applied psychology, 78(4), 538.

Rajak, M., & Shaw, K. (2021). An extension of technology acceptance model for mHealth user adoption. Technology in Society, 67, 101800. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101800

Ragu-Nathan, T.,Tarafdar, M.,Ragu-Nathan,B., & Tu, Q. (2008). The consequences of technostress for end users in organizations: Conceptual development and empirical validation. Information Systems Research, 19(4), 417-433.

Ringle, Christian M., Wende, Sven, & Becker, Jan-Michael. (2022). SmartPLS 4. Boenningstedt: SmartPLS. Retrieved from https://www.smartpls.com

Sánchez, D., Reyes, R., Sekeres, M. & Ortiz, J. (2013). Satisfacción laboral y compromiso en las organizaciones de rio verde, S.L.P. Revista de Psicología y Ciencias Del Comportamiento de La U.A.C.J.S., 4(1), 59-76.

Sironi, E. (2019). Job satisfaction as a determinant of employees' optimal well-being in an instrumental variable approach. Quality & Quantity, 53(4), 1721–1742. https://doi.org/10.1007/s11135-019-00835-3.

Spector, P.E. (1986). Perceived Control by Employees: A Meta-Analysis of Studies Concerning Autonomy Participation at Work. Human Relations,39,1005-1016.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS QUARTERLY, 27(3), 425–478. https://doi.org/10.2307/30036540.

Venkatesh, Viswanath and Thong, James Y.L. and Xu, Xin, Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (February 9, 2012). MIS Quarterly, Vol. 36, No. 1, pp. 157-178, 2012, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2002388.

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

Recebido/Submission: 30/11/2022
Aceitação/Acceptance: 22/02/2023

Audiolivros Multissensoriais: uma evolução na experiência de leitura para pessoas com deficiência visual

Helder Yukio Okuno[1], Patrick Rodrigues Sardou[2], Bruno Policarpo Toledo Freitas[2], Fábio Paschoal Júnior[1], Aline Guida[1], Silvino Netto[1], Gustavo Guedes[1]

helder.okuno@cefet-rj.br; patrick.sardou@aluno.cefet-rj.br; bruno.freitas@cefet-rj.br; fabio.junior@cefet-rj.br; aline.guida@cefet-rj.br; scfnetto@gmail.com; gustavo.guedes@cefet-rj.br

[1] Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ), Avenida Maracanã, 229, CEP 20271-110, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ – Brasil

[2] Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ), Avenida Governador Roberto Silveira, 1900, CEP 28635-000, Prado, Nova Friburgo, RJ – Brasil

Pages: 177-188

Resumo: As tecnologias assistivas são importantes para pessoas com deficiência visual, em especial no campo da educação, pois proporcionam integração na sociedade, autonomia, inclusão social e digital. O leitor de tela TalkBack e os audiolivros são exemplos de tecnologias assistivas utilizadas por esses usuários. Nesse aspecto, o modelo denominado Audiolivros Multissensoriais foi proposto como extensão aos audiolivros tradicionais e aplica conceitos de MulSeMedia para aprimorar a Qualidade de Experiência (QoE) de pessoas com deficiência visual. Este artigo se baseia no modelo dos Audiolivros Multissensoriais para propor e desenvolver a versão 3.0 do aplicativo MulseBook Audio com compatibilidade ao TalkBack. Além disso, o artigo descreve os experimentos efetuados com pessoas com deficiência visual para avaliar a usabilidade do MulseBook Audio 3.0 e a QoE dos usuários com deficiência visual. Os resultados foram promissores, pois alcançaram a pontuação de 96,6 de 100 na usabilidade e escore médio 4,6 de 5 pontos da QoE.

Palavras-chave: Audiolivros Multissensoriais; MulSeMedia; Acessibilidade; Deficiência Visual.

Multisensorial Audiobooks: an evolution in the reading experience for people with visual impairments

Abstract: Assistive technologies are important for people with visual impairments, especially in the field of education, as they provide integration into society, autonomy, social and digital inclusion. The TalkBack screen reader and audiobooks are examples of assistive technologies used by these users. In this scenario, the model called Multisensorial Audiobooks was proposed as an extension to traditional audiobooks and applies MulSeMedia concepts to improve the Quality of Experience (QoE) of people with visual impairments. This article is

based on the Multisensorial Audiobooks model to propose and develop version 3.0 of the MulseBook Audio application with TalkBack compatibility. Furthermore, the article describes experiments carried out with visually impaired people to evaluate the usability of MulseBook Audio 3.0 and the QoE of visually impaired users. The results were promising, as they achieved a usability score of 96.6 out of 100 and an average QoE score of 4.6 out of 5 points.

Keywords: Multisensorial Audiobooks; MulSeMedia; Accessibility; Visual Impairment.

1. Introdução

No Brasil, estima-se que 6,5 milhões de pessoas apresentam deficiência visual, dos quais cerca de 500 mil possuem cegueira total e 6 milhões têm visão subnormal ou baixa visão (IBGE, 2010). Políticas públicas educacionais voltadas para pessoas com deficiência visual apresentam avanços, porém o acesso dessas pessoas às escolas inclusivas e a continuidade delas ainda é um obstáculo devido à falta de infraestrutura adequada (Garcia & Braz, 2020). No levantamento, realizado pelo Censo Escolar entre 2008 a 2015, foi matriculado, em escolas públicas e privadas de todo o país, o total de 53.760 pessoas com deficiência visual, sendo 46.139 com baixa visão e 7.441 com cegueira total (Brandolin et al., 2020).

A educação de pessoas com deficiência visual é um grande desafio nos dias atuais (Kapur, 2018). Os currículos escolares são orientados para o uso intensivo da visão, contemplando, assim, somente um dos cinco sentidos humanos (Sahasrabudhe & Palvia, 2013). Com o fito de transformar essa realidade, o uso de tecnologias assistivas permite às pessoas com deficiência visual uma maior autonomia e integração no ambiente escolar por meio do uso de recursos, como leitores de tela, teclados modificados, audiolivros, dentre outros (Alves et al., 2009).

A Associação da Indústria de Tecnologia Assistiva (ATIA) define que a tecnologia assistiva é qualquer dispositivo, equipamento ou software utilizado para expandir, aprimorar ou manter as capacidades funcionais de pessoas com deficiência (ATIA, 2020). As tecnologias assistivas podem fornecer soluções para diversas deficiências relacionadas, por exemplo, à cognição, ao espectro autista, à mobilidade, à comunicação, à perda auditiva, à cegueira e à baixa visão, dentre outras (Floyd et al., 2020). A tecnologia assistiva busca, portanto, proporcionar a integração de pessoas com deficiência na sociedade e a promoção da inclusão social (Hust & Tobias, 2011).

Em 2011, a Organização Mundial da Saúde destacou, no Relatório Mundial sobre Deficiência, a importância de tecnologias assistivas, como os audiolivros. Inspirado nesse relatório e com o objetivo de promover o aprimoramento da Qualidade de Experiência (QoE) de pessoas com deficiência visual, Okuno et al. (2020) propuseram o modelo dos audiolivros multissensoriais. Recentes pesquisas apontam resultados promissores no uso dos audiolivros multissensoriais, sobretudo, na área da educação dessas pessoas (Okuno et al., 2020). Durante a leitura do audiolivro multissensorial, são reproduzidos efeitos, como vento, aroma e sons ambientes, estimulando, assim, mais de um sentido humano. Dessa forma, os audiolivros multissensoriais, ao combinarem mídias tradicionais (e.g., áudio, texto) com mídias multissensoriais, são classificados como uma aplicação *MulSeMedia* (Vieira et al., 2018; Okuno et al., 2021).

É importante destacar que o modelo dos audiolivros multissensoriais é composto por um aplicativo intitulado *MulseBook Audio*, uma placa *Raspberry Pi* que sincroniza o início e o término dos efeitos e os equipamentos que reproduzem esses efeitos (e.g., ventilador, difusor de aromas, caixa de som). A versão 2.0 do aplicativo *MulseBook Audio* foi desenvolvida com a implementação das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) (Okuno et al., 2021). Embora essa versão tenha recebido diversos aprimoramentos de design e implementado as diretrizes WCAG 2.0, os autores ressaltaram a necessidade da compatibilidade do aplicativo com a funcionalidade da leitura de tela pelo sistema *TalkBack*, nativo do *Android*. Além disso, os autores também enfatizaram a necessidade da realização de experimentos com pessoas com deficiência visual.

Esse trabalho, portanto, foi inspirado em dois fatos: (i) os aplicativos de audiolivros multissensoriais existentes na literatura não são compatíveis com o sistema *TalkBack;* (ii) não existem experimentos no uso de audiolivros multissensoriais com pessoas com deficiência visual. Assim, este artigo apresenta uma nova versão do aplicativo para audiolivros multissensoriais, intitulado *MulseBook Audio 3.0*. Essa nova versão do aplicativo foi desenvolvida na linguagem Java, no Android Studio, com total compatibilidade com o leitor de tela *TalkBack*. Além disso, após a aprovação de dois projetos pelo Comitê de Ética em Pesquisa, foram realizados experimentos com pessoas com deficiência visual. O primeiro experimento contou com a participação de quatro voluntários (3 do sexo masculino e 1 do sexo feminino), membros da Associação Friburguense de Integração dos Deficientes Visuais (AFRIDEV), com idades entre 25 e 40 anos com cegueira total. O segundo experimento foi realizado no Instituto Benjamin Constant (IBC) com sete voluntários (4 do sexo masculino e 3 do sexo feminino), dos quais 3 possuíam cegueira total e 4 com baixa visão, com idades também entre 30 e 52 anos. Os voluntários dos experimentos realizaram a leitura do audiolivro multissensorial intitulado "*Cida e Adão em uma experiência multissensorial*" e, logo após, responderam aos questionários de Avaliação da QoE, com base na Escala EGameFlow, e de Avaliação de Usabilidade do Sistema, em inglês *System Usability Scale* (SUS).

Para elucidar este trabalho, o presente artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta brevemente os trabalhos relacionados a este trabalho. A Seção 3 descreve o desenvolvimento da nova versão do aplicativo *MulseBook Audio 3.0*. A Seção 4 apresenta o experimento com pessoas com deficiência visual e descreve os resultados obtidos. Por fim, a Seção 5 discute as contribuições deste artigo e os trabalhos futuros desta pesquisa.

2. Revisão da Literatura

Vieira et al. (2018) avaliaram a influência dos efeitos *MulSeMedia* durante o processo de leitura. Nesse trabalho, os autores desenvolveram uma interface, utilizando *HyperText Markup Language* (HTML) e integrando uma placa *Raspberry Pi 3* para o controle dos efeitos, como o áudio, o vento e a iluminação ambiente (i.e., mudanças de cores). O texto utilizado no experimento foi inspirado em uma história medieval e possuía anotações manuais para que os efeitos fossem acionados durante a leitura em um espaço de tempo predeterminado pelos autores, de forma empírica. Os experimentos foram realizados com 14 voluntários divididos em 2 grupos: no primeiro, os participantes leram a história medieval com os efeitos *MulSeMedia*; no segundo, os participantes leram a mesma

história sem os efeitos. Ao final de cada experimento, os participantes responderam um questionário com a finalidade de avaliar a percepção e a influência dos efeitos em relação à história lida. Os resultados indicaram que a experiência de leitura do primeiro grupo foi mais intensa com os efeitos multissensoriais quando comparado com o grupo que leu a história sem os efeitos.

Guedes (2018) propôs o desenvolvimento de um aplicativo que implementa efeitos multissensoriais durante a leitura de *e-books*. O aplicativo intitulado *Multisensorial Books* foi configurado para apresentar o poema *The Wind, One Brilliant Day* de Antonio Machado, e os controles dos efeitos foram construídos com a utilização de uma placa *Raspberry Pi 3*. Os efeitos implementados nesse trabalho foram o auditivo, o olfativo e a percepção háptica: o som do vento soprado pelas árvores representou o efeito auditivo e foi emitido pelo dispositivo *iHome*; para representar o efeito olfativo, o autor utilizou um ventilador, um gel perfumado de jasmim e um gabinete para adaptar o gel, de modo a propagar um perfume de jasmim no ar; o uso de um segundo ventilador proporcionou o efeito háptico, gerando um fluxo de ar. O aplicativo foi integrado à placa de controle dos efeitos e apresentou resultados promissores nos testes realizados com o protótipo, o *Raspberry* e os efeitos. Esse trabalho foi o primeiro a sugerir a implementação dos efeitos *MulSeMedia* na leitura de textos em *e-books*.

Okuno et al. (2020) propuseram o desenvolvimento do modelo intitulado Audiolivros Multissensoriais. O modelo implementou os efeitos *MulSeMedia* durante a leitura de histórias no formato de audiolivro e foi idealizado, especialmente, para pessoas com deficiência visual. Ainda, o modelo é composto por: (i) aplicativo para *smartphone* intitulado *MulseBook Audio*; (ii) plataforma de controle dos efeitos *MulSeMedia*; e (iii) equipamentos que geram os efeitos multissensoriais (e.g., ventilador de mesa, difusor de aromas). Os experimentos preliminares foram realizados com a leitura da primeira história para audiolivros multissensoriais, intitulada "*Cida e Adão em uma experiência multissensorial*", e apresentaram resultados promissores. Os resultados indicaram, pois, a viabilidade do modelo como extensão dos audiolivros tradicionais e a possibilidade de beneficiar pessoas com deficiência visual e pessoas com dislexia.

Okuno et al. (2021) estudaram o modelo dos Audiolivros Multissensoriais, sobretudo o desenvolvimento da segunda versão do aplicativo *MulseBook Audio*. O aplicativo *MulseBook Audio 2.0* foi desenvolvido respeitando os requisitos de acessibilidade e o design centrado no usuário, tendo em vista a implementação das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0. Os critérios de sucesso do nível A, contidos nas diretrizes WCAG, foram implementados com o objetivo de aprimorar a QoE dos usuários do aplicativo, principalmente das pessoas com deficiência visual. No entanto, os autores ressaltaram a necessidade da realização de experimentos com esses usuários e da compatibilidade do aplicativo com o leitor de tela *TalkBack*, do *Android*.

O presente artigo, portanto, objetiva propor o desenvolvimento de uma nova versão do aplicativo *MulseBook Audio 3.0* com total compatibilidade com o leitor de tela *TalkBack* e realizar experimentos com pessoas com deficiência visual, a fim de avaliar a QoE desses usuários após a utilização do audiolivro multissensorial e a usabilidade do novo aplicativo.

3. MulseBook 3.0 e Questionário de Avaliação

O aplicativo *MulseBook Audio 1.0* foi desenvolvido para a leitura de audiolivros multissensoriais. Esse aplicativo permite às pessoas com deficiência visual ouvir um audiolivro enquanto os efeitos multissensoriais são reproduzidos. Conforme efetuado em Okuno et al. (2020), o sincronismo dos efeitos multissensoriais com o audiolivro é realizado também pelo aplicativo *MulseBook Audio*, que envia os comandos de cada efeito para a plataforma de controle *MulSeMedia*, via rede *wireless*.

Ao propor melhorias na última versão do aplicativo *MulseBook Audio 2.0*, o presente artigo objetiva desenvolver uma nova versão desse aplicativo para compatibilizar o leitor de telas *TalkBack, intitulada MulseBook Audio 3.0*. Vale ressaltar que a funcionalidade do *TalkBack* é fundamental para pessoas com deficiência visual, pois permite a identificação e a localização dos botões dentro de um aplicativo, a narração de textos apresentados em aplicativos de mensagens, dentre outros. Para isso, o *MulseBook Audio 3.0* foi desenvolvido no *Android Studio*, utilizando a linguagem de programação *Java,* permitindo, então, que o *TalkBack* reconheça os textos e objetos da nova *interface* e realize a leitura para pessoas com deficiência visual.

A Figura 1 apresenta a nova *interface* do aplicativo *MulseBook Audio 3.0*. Todos os botões (e.g., para iniciar o aplicativo, ouvir um determinado audiolivro ou voltar à tela anterior) possuem um ícone e um texto. Essa implementação foi realizada para permitir que o sistema de leitura de telas *TalkBack* pronuncie a funcionalidade de cada botão. Na tela (b) da escolha do audiolivro, o usuário escolhe o audiolivro em uma lista deslizável para cima e para baixo, diminuindo o número de telas que o usuário precisaria percorrer para a escolha do audiolivro. A tela (c) de reprodução do audiolivro recebeu melhorias de controle e personalização, tais como:

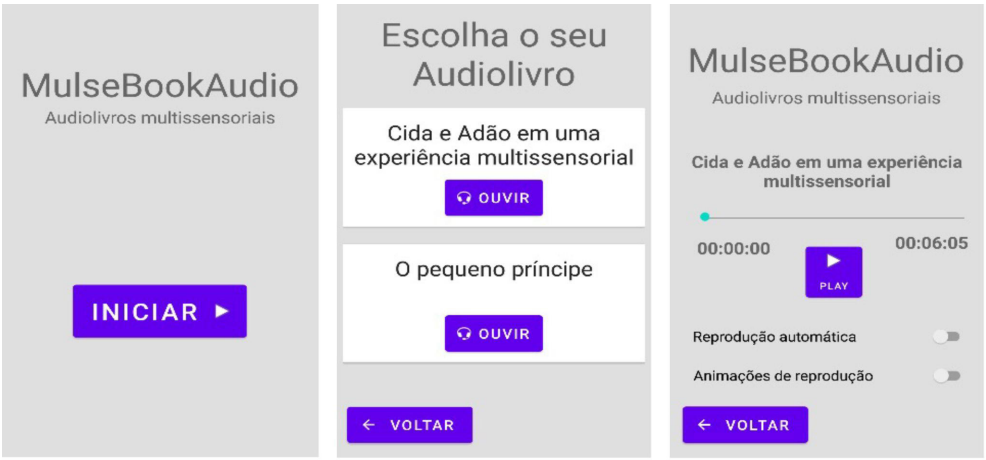
- Barra de progresso que permite o avanço da história do audiolivro.
- Personalização das preferências do usuário quanto à reprodução automática do audiolivro ou apenas quando o botão *play* for pressionado.
- Personalização das preferências do usuário quanto à reprodução das animações: habilitar ou desabilitar a barra de progresso, além dos efeitos multissensoriais.

É importante destacar que o aplicativo *MulseBook Audio 3.0* também foi validado com relação às Diretrizes WCAG 2.0, a fim de garantir a conformidade com os padrões de acessibilidade. Além disso, essa versão foi submetida a testes técnicos com o Scanner de Acessibilidade[1], do Google, que realiza análises no aplicativo em busca de problemas de acessibilidade. O Scanner de Acessibilidade analisa itens, como o contraste entre elementos de texto e o fundo do aplicativo, e valida o rótulo dos botões para que o leitor de tela TalkBack possa reconhecê-los.

Após a etapa de desenvolvimento do MulseBook Audio 3.0, foram formulados os questionários utilizados no experimento com pessoas com deficiência visual. O questionário da Avaliação da QoE foi desenvolvido com base na Escala EGameFlow (Fu et al., 2009) e foi composto por 11 perguntas de autoavaliação. Para essa avaliação, foram utilizadas as áreas da Escala EGameFlow de aparência, de navegabilidade e de imersão;

[1] Scanner de Acessibilidade disponível em https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.accessibility.auditor&hl=pt_BR&gl=US

foram, também, inseridas ao questionário perguntas sobre os efeitos multissensoriais. A Tabela 1 apresenta o questionário de Avaliação da QoE.



(a) (b) (c)

Figura 1 – MulseBook Audio 3.0: (a) tela inicial; (b) tela para escolha do audiolivro por rolagem vertical; e (c) tela para reprodução do audiolivro com opções de personalização de preferência do usuário.

Áreas	**Perguntas**
Avaliação da aparência e navegabilidade do aplicativo	1) O tamanho das fontes utilizadas no aplicativo é legível pelo leitor de tela (Talkback)? 2) Os botões de passagem estão bem posicionados? 3) Eu consigo compreender as funções do aplicativo?
Avaliação sobre os efeitos multissensoriais	4) Os efeitos estão sincronizados à leitura? 5) A quantidade de efeitos multissensoriais é adequada? 6) Os efeitos são compatíveis com a história?
Avaliação sobre o nível de imersão do usuário	7) De um modo geral, posso permanecer concentrado no audiolivro. 8) Eu não percebi o tempo passando enquanto estava escutando o audiolivro. 9) Eu fiquei sem saber o que acontecia ao meu redor enquanto escutava o audiolivro. 10) O audiolivro usado me deixou imerso. 11) Eu me senti emocionalmente envolvido com o audiolivro.

Tabela 1 – Questionário de Avaliação da QoE.

Um segundo questionário foi formulado para avaliar a usabilidade do aplicativo *MulseBook Audio 3.0*, com base na Escala de Usabilidade do Sistema, em inglês *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1996). A Avaliação SUS consiste em um questionário de 10 perguntas relacionadas às áreas de efetividade, eficiência e satisfação do usuário. O questionário de Avaliação SUS pode ser aplicado em um sistema, produto ou serviço. Assim, é importante destacar que as perguntas desse questionário foram adaptadas para o contexto do aplicativo *MulseBook Audio 3.0,* como apresentadas na Tabela 2.

Perguntas
1) Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.
2) Eu acho o sistema mais complexo que o necessário.
3) Eu achei o sistema fácil de usar.
4) Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
5) Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.
6) Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.
7) Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.
8) Eu achei o sistema complicado de usar.
9) Eu me senti confiante ao usar o sistema.
10) Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

Tabela 2 – Questionário de Avaliação SUS.

As respostas aos questionários foram providas verbalmente pelos voluntários e foi utilizada a escala Likert (Joshi et al., 2015) de 5 pontos, em que 1 ponto significa "discordo totalmente"; 2 pontos equivalem a "discordo em parte"; 3 pontos correspondem a "não discordo e nem concordo"; 4 pontos representam "concordo em parte"; e 5 pontos caracterizam "concordo totalmente". Ao final da resposta de cada questionário, foram aplicados os cálculos para a obtenção dos resultados das avaliações.

4. Experimentos e Resultados

Mediante a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO) sob o número de protocolo 46544321.5.0000.5289 e da Universidade Federal Fluminense (UFF) sob o número de protocolo: 53886421.0.0000.5626, foram realizados dois experimentos: o primeiro foi realizado em parceria com a Associação Friburguense de Integração dos Deficientes Visuais (AFRIDEV) nas instalações do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), unidade de Nova Friburgo; o segundo foi realizado no Instituto Benjamin Constant (IBC), centro de referência nacional na área de deficiência visual. A Tabela 3 apresenta os dados demográficos dos voluntários.

Voluntário	Sexo	Idade	Grau de deficiência visual	Instituição
#1	M	38	Grave (cegueira)	AFRIDEV
#2	M	35	Grave (cegueira)	AFRIDEV
#3	F	26	Grave (cegueira)	AFRIDEV
#4	M	27	Grave (cegueira)	AFRIDEV
#5	M	41	Moderado (baixa visão)	IBC
#6	F	30	Grave (cegueira)	IBC
#7	M	52	Grave (cegueira)	IBC
#8	M	44	Moderado (baixa visão)	IBC
#9	M	49	Moderado (baixa visão)	IBC
#10	F	38	Grave (cegueira)	IBC
#11	F	28	Moderado (baixa visão)	IBC

Tabela 3 – Dados demográficos dos voluntários dos experimentos.

Esse experimento consistiu em o voluntário utilizar o aplicativo *MulseBook Audio 3.0* e realizar a leitura do audiolivro multissensorial "*Cida e Adão em uma experiência multissensorial*". Para isso, o voluntário navegou na interface do novo aplicativo, utilizando o leitor de tela *TalkBack* até iniciar a reprodução da história. Ao final, os voluntários foram convidados a responder os questionários da Avaliação da QoE e a Avaliação SUS. A Figura 2 apresenta os voluntários participando do experimento.



Figura 2 – Voluntários do Instituto Benjamin Constant participando do experimento.

A análise dos resultados da Avaliação da QoE consistiu em identificar as respostas dos voluntários, utilizando a Escala Likert de 5 pontos. Assim, realizou-se o somatório da pontuação de cada voluntário e calculou-se a média. Por fim, a média final foi de 4,6 pontos. A Tabela 4 apresenta a pontuação Likert da Avaliação da QoE.

Voluntário	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**Média**
#1	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	4,6
#2	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	4,7
#3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4,9
#4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
#5	4	5	5	4	5	5	5	4	1	4	4	4,2
#6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4,9
#7	5	5	5	5	5	5	5	5	1	4	3	4,4
#8	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	1	4,4
#9	5	5	5	5	5	5	5	1	1	5	5	4,3
#10	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	4,6
#11	5	5	5	4	3	5	5	5	3	5	4	4,5

Tabela 4 – Pontuação Likert da Avaliação da Qualidade de Experiência (QoE)

Para a análise do questionário da Avaliação SUS, os resultados são calculados da seguinte forma: é subtraído 1 ponto do valor de resposta do usuário para as perguntas ímpares; são subtraídos 5 pontos dos valores de resposta das perguntas pares. Ao final,

deve-se somar o resultado desses valores das 10 perguntas do questionário e multiplicar por 2,5 (Brooke, 1996). Os resultados da avaliação SUS variam de 0 a 100 pontos; as classificações de usabilidade variam de acordo com cada pontuação. Produtos com pontuações superiores a 80,2 são classificados como excelentes; pontuação de 68 a 80,2 pontos são bons produtos; 67 pontos apresentam baixo padrão, porém ainda aceitáveis; 51 a 67 são categorizados como produtos com problemas/deficiências; e pontuação abaixo de 51 são produtos de qualidade inferior. A Tabela 5 apresenta os resultados do questionário de Avaliação SUS calculados de acordo com a metodologia apresentada anteriormente.

Voluntário	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∑	Pontuação SUS
#1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
#2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
#3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
#4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	39	97,5
#5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	37	92,5
#6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
#7	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	39	97,5
#8	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	90
#9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
#10	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38	95
#11	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	36	90

Tabela 5 – Resultado do questionário de Avaliação da Usabilidade do Sistema (SUS)

Ao analisar os resultados da Avaliação SUS, foi possível identificar que a Questão 1 "Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência" e a Questão 2 "Eu acho o sistema mais complexo que o necessário" apresentaram pontuações díspares. Esse fato foi debatido junto aos voluntários de forma individual e eles ressaltaram que não saberiam montar a plataforma *MulSeMedia* em suas residências, assim imaginavam que seria complexo para eles utilizarem no dia a dia. Apesar disso, a média do resultado final da Avaliação SUS foi de 96,6 em relação à usabilidade do aplicativo *MulseBook Audio 3.0*, indicando uma excelente usabilidade.

Após a realização do experimento e das avaliações, realizou-se uma conversa com cada voluntário para auferir mais informações acerca da experiência do usuário com o aplicativo *MulseBook Audio 3.0*. Todos os voluntários destacaram a importância de inovações na área da tecnologia assistiva, principalmente no campo da educação, e expuseram que o aplicativo pode ser destinado tanto às crianças quanto aos adultos nas histórias narradas.

Os voluntários foram questionados também se já haviam tido experiências com os audiolivros tradicionais. Todos os voluntários responderam positivamente e citaram, como exemplo, a Bíblia Sagrada. Um dos voluntários informou gostar dos audiolivros tradicionais, porém relatou que, durante a audição, acabava adormecendo e que, com

os efeitos multissensoriais, ficou mais desperto e curioso para acompanhar a história narrada. Abaixo, são destacados alguns comentários ou sugestões dos voluntários:

- "Eu varri a tela e já encontrei o botão. É importante nomear os botões, às vezes a gente passa por problema em apps."
- "Sou baixa visão, ansioso e qualquer coisa me dispersa e não fiquei disperso. O som do passarinho me despertou mais curiosidade em saber o que viria depois."
- "É uma iniciativa maravilhosa! Para aprender, a criança cega precisa sentir e tatear."
- "Quando vou poder ter uma app assim? É muito legal! Eu senti o vento, o perfume das rosas e parecia que estava chovendo!"
- "O aplicativo é muito fácil de usar e as pessoas vão saber usar tranquilamente!"
- "Foi legal! Seria interessante colocar (o projeto) em uma biblioteca - um futuro cinema (para os cegos)."

5. Considerações Finais

A nova versão do aplicativo intitulada *MulseBook Audio 3.0* foi desenvolvida levando-se em consideração critérios de acessibilidade e compatibilidade com o sistema *TalkBack*, nativo do *Android*. Apesar da interface gráfica e as funcionalidades do aplicativo terem sido desenvolvidas para pessoas com deficiência visual, o *MulseBook Audio 3.0* também pode ser utilizado por indivíduos com dislexia ou sem deficiência. O aplicativo *MulseBook Audio 3.0*, ao se conectar à plataforma *MulSeMedia*, reproduz o audiolivro e, ao menos, 3 efeitos multissensoriais, proporcionando uma maior imersão do usuário na história.

Os resultados dos experimentos apontam que o aplicativo *MulseBook Audio 3.0*, bem como o modelo dos Audiolivros Multissensoriais, possuem viabilidade para aprimorar a QoE de pessoas com deficiência visual. Durante os experimentos, foi possível identificar que os usuários foram positivamente surpreendidos pelos efeitos multissensoriais durante a leitura do audiolivro e, com isso, ficaram mais interessados na história, estimulando, assim, a imaginação desses usuários. Dessa forma, o modelo dos Audiolivros Multissensoriais atingiu o objetivo inicial: propor a evolução no processo de leitura dos audiolivros tradicionais e considerar a acessibilidade de pessoas com deficiência visual.

Para a apreciação desses resultados, dois questionários foram desenvolvidos para avaliar a QoE dos voluntários e a usabilidade do aplicativo *MulseBook Audio 3.0*. A Escala Likert de 5 pontos foi utilizada na obtenção das respostas dos voluntários. O questionário de Avaliação da QoE obteve o escore médio de 4,6 pontos; e o questionário de Avaliação SUS, o escore médio de 96,6 pontos, indicando excelente usabilidade do novo aplicativo.

Ao longo da realização dos experimentos, algumas limitações foram observadas devido à pandemia da COVID-19. Em cumprimento aos protocolos de segurança sanitária, os voluntários fizeram uso de máscaras de proteção, o que dificultou a identificação do aroma utilizado durante o estudo. Ainda, uma parcela dos voluntários ressaltou que, devido às sequelas do pós-COVID-19, estes ficaram com disfunção de olfato. Outra limitação do estudo é relacionada aos ruídos externos à sala: o primeiro experimento foi realizado nas instalações do CEFET/RJ de Nova Friburgo, que tem proximidade a uma rodovia movimentada; o segundo experimento foi realizado no IBC, em que, em dado momento, havia intenso fluxo de pessoas na área externa à sala do experimento.

Como trabalhos futuros, pretende-se implementar melhorias no aplicativo *MulseBook Audio 3.0* para permitir aos usuários a personalização da interface (e.g., cor dos botões, tamanho das fontes), além da criação de novas histórias para os audiolivros multissensoriais, como histórias inspiradas em clássicos literários. Além disso, pretende-se permitir a utilização de fones de ouvido para evitar possíveis ruídos externos e promover uma melhor experiência ao usuário. Outra melhoria seria a compatibilização do aplicativo com a norma ISO/IEC 23005, também conhecida como MPEG-V.

Referências

Alves, C. C. D. F., Monteiro, G. B. M., Rabello, S., Gasparetto, M. E. R. F., & Carvalho, K. M. D. (2009). Assistive technology applied to education of students with visual impairment. Revista Panamericana de Salud Pública, 26(2), 148-152.

ATIA - Assistive Technology Industry Association. (2020). What is AT? https://www.atia. org/home/atresources/what-is-at.

Brandolin, F., da Silva Junior, S. H. A., & da Silva, V. S. (2020). Perfil dos estudantes com deficiência visual pelo Censo Escolar—Brasil, 2008-2015. Benjamin Constant, 2(61), 42-54.

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry, 189(194), 4-7.

Floyd, K., Galyon, C. L., & Floyd-Norris, K. (2020). Overcoming barriers: Use of assistive technology to access curriculum. TEACHING Exceptional Children, 52(6), 436-439.

Fu, F. L., Su, R. C., & Yu, S. C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. Computers & Education, 52(1), 101-112.

Garcia, F. M., & Braz, A. T. A. M. (2020). Deficiência visual: caminhos legais e teóricos da escola inclusiva. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 28, 622-641.

Guedes, G. P. (2018). Multisensorial Books: improving readers' quality of experience. In 2018 XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO) (pp. 33-36). IEEE.

Hurst, A., & Tobias, J. (2011). Empowering individuals with do-it-yourself assistive technology. In The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (pp. 11-18).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Características Gerais da População, Religião e Pessoas com Deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. British journal of applied science & technology, 7(4), 396.

Kapur, R. (2018). Challenges experienced by visually impaired students in education. Unpublished paper available at researchgate.

Okuno, H. Y., Netto, S., & Guedes, G. (2020). Multisensorial audiobooks. In 2020 XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologias de Aprendizaje (LACLO) (pp. 1-6). IEEE.

Okuno, H. Y., De Moura, B. R., Netto, S., & Guedes, G. (2021). Multisensorial Audiobooks: Improving Accessibility with WCAG Standard. In 2021 XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO) (pp. 502-505). IEEE.

Sahasrabudhe, S., & Palvia, P. (2013). Academic challenges of blind students and their mitigation strategies. In Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems, Chicago, Illinois (pp. 15-17).

Silva, E. P., Amorim, G., Guedes, G., Santos, J. D., & Mousinho, R. (2021). The influence of multisensory media on learning children with reading disorder. Revista Psicopedagogia, 38(115), 104-120.

Vieira, N., Pinto, A., Silva, F., Okuno, H., Amorim, I., Ramos, T., Haddad, D. Amorim, G., Guedes, G. P. & dos Santos, J. (2018). Evaluating the influence of mulsemedia content in reading. In Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (pp. 133-136).

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

Recebido/Submission: 15/11/2022
Aceitação/Acceptance: 04/02/2023

ThinkinGame: o estudo do pensamento computacional através do uso de jogos on-line

Adriano Fiad Farias[1], Dante Augusto Couto Barone[2]

Adriano.fiad@gmail.com; barone@inf.ufrgs.br

[1] https://orcid.org/0000-0003-4617-5191, IFSUL, 93214-580, Sapucaia do Sul,RS , Brasil

[2] https://orcid.org/0000-0002-5133-0144, UFRGS, 90040-060, Porto Alegre, RS, Brasil

Pages: 189-203

Resumo: O Pensamento Computacional ganhou relevância ao longo dos últimos anos, tornando-se, inclusive, disciplina escolar obrigatória em muitos países, sendo debate de pesquisa nas mais variadas áreas de conhecimento. Em um cenário pós-pandêmico, onde recentemente fomos forçados a alterar a forma de trabalharmos, aprendermos e ensinarmos, fica mais evidenciado a necessidade de novas soluções educacionais, principalmente soluções on-line. Tomando como referencia tais transformações, este artigo descreve/apresenta o desenvolvimento de um instrumento on-line para o estímulo do pensamento computacional no ensino fundamental, através da utilização de jogos on-line. A utilização do *ThinkinGame* possibilita identificar os pilares a serem trabalhados com os aprendizes, após sua utilização.

Palavras-chave: pensamento computacional; jogo educacional; aprendizagem significativa; construcionismo.

ThinkinGame: the study of computational thinking through the use of on-line games

Abstract: Computational Thinking has gained relevance over the last few years, even becoming a mandatory school subject in many countries, being a research debate in the most varied areas of knowledge. In a post-pandemic scenario, where we were recently forced to change the way we work, learn and teach, the need for new educational solutions, especially on-line solutions, is more evident. Taking such transformations as a reference, this article describes/presents the development of an on-line instrument to stimulate computational thinking in elementary school, through the use of on-line games. The use of ThinkinGame makes it possible to identify the pillars to be worked with the apprentices, after its use, strengthening and enriching the teaching.

Keywords: Computational Thinking, educational game, meaningful learning, constructionism.

1. Introdução

Quando se trata de pesquisa em educação surge a necessidade de responder a mais famosa das perguntas nessa área: “Como os alunos aprendem?”. Talvez seja a grande pergunta da educação, talvez, nunca respondida com certeza, mas permite que na tentativa de resposta, muito se avance na melhoria do processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa em ensino tem como foco o ensino e a aprendizagem. Todavia, embora não haja, necessariamente, uma relação de causa e efeito entre ensino e aprendizagem, não faz muito sentido falar em ensino sem relacioná-lo à atividade de aprender.

Segundo Carvalho (Carvalho, 2011:17), o objetivo de pesquisar educação é tentar entender se os mecanismos que levam à aprendizagem têm como base o desejo de dominar este processo e conseguir sistematizá-lo. A literatura nos mostra que as pessoas não aprendem da mesma forma e o próprio conceito de aprendizagem é bastante complexo e subjetivo a ponto de tornar nebulosa sua percepção.

A aprendizagem é uma atividade idiossincrática que pode não ser consequência necessária do ensino recebido. Importante ter em mente que a aprendizagem é um processo interno ao aprendiz, enquanto que o ensino é tarefa do professor.

Como que estamos preparando as crianças hoje para fazer face aos desafios futuros? A atual educação é capaz de desenvolver nos aprendizes competências de curiosidade, perseverança e colaboração, que se apontam como as necessárias para viver em ambientes de tecnologia pervasiva?

Quando olhamos para esse quadro, de imediato vem a necessidade de incentivar os aprendizes a criarem autonomia, frente a esse novo contexto dinâmico, no qual estamos inseridos. Portanto, esteja pronto para planejar e replanejar, estruturar e reestruturar. Contextos dinâmicos exigem planejamentos também dinâmicos. Adaptar-se às novas ferramentas e às tecnologias tornou-se questão de sobrevivência ao mercado e ao novo panorama mundial da educação.

É inegável que a tecnologia vem provocando melhorias contínuas, em todas as áreas de aplicação do conhecimento, em especial as tecnologias de informação e comunicação (TICs). Nesse sentido estão determinando novos paradigmas, os quais vêm se expandindo e se especializando em diversos setores. Na educação têm impactado de forma muito decisiva, tanto assim que muitas concepções não são concebíveis sem a intervenção das TICs (Flores-Silva & Cornejo-Aparicio, 2022).

As mudanças e as possibilidades que oferecem as TICs geram um atrativo especial nas pessoas. No âmbito da educação, abrem um campo de novas possibilidades nunca antes visto. A possibilidade de manipular objetos, transformá-los e criá-los, convertendo ideias em ações, são oportunidades potentes para facilitar a aquisição de habilidades na resolução de problemas.

Diante desse contexto desafiador, o pensamento computacional (PC) ganhou relevância ao longo dos últimos anos, tornando-se, inclusive, disciplina escolar obrigatória em muitos países. O PC apresenta fundamentos da ciência da computação e desenvolve habilidades e competências socioemocionais, junto aos aprendizes, divididas em cinco macrocompetências como resiliência emocional, abertura ao novo, autogestão, amabilidade e engajamento com os outros.

Em um cenário pós-pandêmico fica mais evidenciada a necessidade de novas soluções educacionais, tornando o PC uma possibilidade real e de extrema necessidade, auxiliando jovens aprendizes a se tornarem pensadores computacionais, que entendam como as ferramentas digitais de hoje podem ajudar a resolver os mais diversos problemas do amanhã. O PC desenvolve habilidades que podem ser usadas por todos em todas as disciplinas, fazendo com que os aprendizes se tornem criadores de ferramentas e soluções e não apenas usuários.

Conforme destaca Flores-Silva & Cornejo-Aparicio (2022), as múltiplas aplicações das TICs, como em jogos educacionais têm crescido em seu uso no processo educacional, tanto na gestão da informação como no processo de treinamento. Neste último aspecto, os jogos cumprem papéis instrutivos e/ou avaliativos, trazendo o conceito de gamificação, desenvolvido exponencialmente no campo educacional.

A aprendizagem baseada em jogos digitais "(...) é uma atividade competitiva em que os alunos estabelecem metas educacionais destinadas a promover a aquisição de conhecimento, em que jogos podem ser concebidos para promover a aprendizagem ou o desenvolvimento de competências cognitivas, ou ainda assumir a forma de simulações que permitem aos alunos praticar as suas competências em ambiente virtual" (Erhel & Jamet, 2013, p. 156 *apud* Suandique et. al., 2022).

Os autores Flores-Silva & Cornejo-Aparicio (2022), mencionam a importância de avaliar os recursos educacionais eletrônicos de forma sistemática e rigorosa, apoiada no uso de instrumentos que medem aspectos objetivos e subjetivos da qualidade desses recursos, o que inclui elementos avaliativos e pedagógicos para garantir a eficácia e o alcance dos objetivos propostos. Esse processo, integra noções clássicas de usabilidade e aprendizagem, condicionando a qualidade de um recurso de *e-learning*, não apenas o carácter "utilizável" com um valor pedagógico. A usabilidade pedagógica ou instrucional é incorporada no desenvolvimento e no design de métodos de avaliação da qualidade de recursos eletrônicos educacionais.

Tomando como referência os aspectos elencados, este artigo descreve o desenvolvimento de um jogo on-line intitulado *ThinkinGame* que servirá de intrumento para pesquisar o desenvolvimento do PC em alunos de 11 a 12 anos do ensino fundamental.

2. Fundamentação Teórica

O que se deseja investigar ou estimular deve estar ligado à cognição, pois mesmo sabendo que aspectos emocionais, interação com o meio e estilos de aprendizagem influenciam no processo de construção do conhecimento. O processo de aprendizagem ainda é muito determinado no que ocorre internamente nas estruturas cognitivas do indivíduo, sobretudo na evolução dinâmica do conhecimento organizado nas mesmas. Para ser mais concreto, trata-se de organização, compreensão e extensão do conhecimento.

Poder-se-á, então, a partir desse ponto, estabelecer a forma como deve ser conduzido o processo de ensino-aprendizagem, para que sejam estimulados os três aspectos acima citados, do ponto de vista das práticas pedagógicas e que sejam evidenciadas, do ponto de vista da pesquisa e do experimento. Isso permite que se estabeleçam as estratégias de mediação entre os atores do processo, o conteúdo trabalhado e o aparato tecnológico utilizado.

Aqui poderíamos trazer à luz diversas teorias de aprendizagem, mas traremos à luz a teoria cognitivo-construtivista de David Ausubel (1918-2008) e ideias do construcionismo, proposto por Seymour Papert (1928-2016), que realçam o papel do aluno como construtor do conhecimento, movido pela curiosidade, descoberta e resolução de problemas, temas que trazem à luz o pensamento computacional.

A teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel em 1963, na obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, investigada em diversas áreas do conhecimento por pesquisadores como em Aragão (1976), em Novak (Novak & Cañas, 2006), em Moreira (2006), em Carvalho (1989) entre outros.

A Teoria da Aprendizagem Significativa descreve o comportamento teórico do processo de aprendizagem cognitiva, a partir do raciocínio dedutivo do sujeito, baseado em seu conhecimento prévio. (Silva, 2020).

Ausubel (1973) salienta que a Aprendizagem Significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aprendiz, de modo que o conhecimento prévio interage significativamente com o novo conhecimento que lhe é apresentado. Assim, esses conhecimentos adquirem novos significados ou maior estabilidade, provocando mudanças em sua estrutura cognitiva.

Segundo Moreira (2011), a aprendizagem significativa é aquela em que as ideias expressadas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com o que o aprendiz já sabe. A aprendizagem significativa apresenta três requisitos essenciais, a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica, utilizando um material potencialmente significativo; a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva do aprendiz que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento; e a atitude explícita de apreender e conectar o seu conhecimento prévio com aquele que pretende absorver. Esses conhecimentos prévios são também chamados de conceitos subsunçores ou conceitos âncora.

Carvalho *et. al.* (2010), traz o entendimento que o subsunçor é um conceito cunhado por Ausubel, em que representa o conhecimento prévio do aprendiz sobre um dado conteúdo e está presente em suas estruturas cognitivas. O conhecimento prévio é a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, permitindo que tenham significado (Moreira, 2011).

Os resultados da aprendizagem dependem, portanto, não só da situação de aprendizagem e das experiências proporcionadas aos aprendizes, mas também dos seus conhecimentos prévios, das suas concepções e das suas motivações. As ideias prévias dos aprendizes não só influenciam as suas interpretações dos fenômenos e as explicações que lhes dão, mas também determinam o sentido da sua observação, focalizam a sua atenção, orientam as atividades que realizam e condicionam a aquisição dos seus conhecimentos.

Cabe salientar que a aprendizagem significativa não é a simples conexão da nova informação com a já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, aprendizagem significativa envolve a modificação e evolução da nova informação, bem como da estrutura cognitiva envolvida na aprendizagem.

Em Moreira (2012), explica-se que quando o aprendiz não tem subsunçores adequados que permitam que ele atribua significado a novos conhecimentos, faz-se

uso dos organizadores prévios, solução proposta por Ausubel. A principal função dos organizadores prévios é servir de ponte cognitiva entre o que o aprendiz sabe e o que ele deve saber para que aprenda de maneira significativa o material estudado.

Para Ausubel *et al.* (1978), organizadores prévios verdadeiros são aqueles destinados a facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos, ou série de ideias estreitamente relacionadas, existindo dois tipos de organizadores prévios:

- Expositivos: surgem quando o aprendiz não possui na estrutura cognitiva os subsunçores adequados para aprender novas ideias e conceitos, então recorre a este organizador que funcionaria como ponte cognitiva entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que se deseja que ele aprenda.
- Comparativos: usa-se para a situação em que já existem subsunsores que podem ancorar as novas ideias e conceitos trabalhados; o novo conteúdo seria trabalhado a partir das semelhanças e diferenças existentes entre este e o que já é sabido.

Ainda Moreira (2008) destaca, no entanto, que os organizadores prévios não são simples comparações introdutórias, pois, devem observar os itens elencados a seguir.

1. identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material.
2. dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes.
3. prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar sigificativamente novos conhecimentos.

Tanto para Pelizzari *et al.* (2002) quanto para Moreira (2006), o modelo educacional deve se adaptar para que não se concentre apenas no saber, mas, no saber fazer, para que não se concentre apenas em aprender, mas no aprender a aprender.

Baseado nessa ideia, as aproximações com o pensamento de Papert acabam se fundindo em muitos conceitos em que a criança é um "ser pensante" e construtora de suas próprias estruturas cognitivas, mesmo sem ser ensinada. Porém Papert se inquietou com a pouca pesquisa nesta área e levantou a seguinte interrogação: Como criar condições para que mais conhecimento possa ser adquirido por este aprendiz? (Papert,1986)

De uma maneira geral, o Construcionismo pode ser entendido como um conjunto de ideias (ou uma teoria) que estuda o desenvolvimento e o uso da tecnologia, em especial, do computador, na criação de ambientes educacionais. A teoria educacional fundamentada pelo construtivismo, em que o aprendiz constrói modelos mentais para representar o mundo à sua volta. Papert (1986) definiu, em proposta para a *National Science Foundation* - NSF, onde, a palavra Construcionismo é um mnemônico em relação a dois aspectos da teoria da educação em ciências que fundamenta este projeto. Da teoria construtivista da psicologia nós retiramos a visão de aprender com reconstrução, ao invés de transmissão de conhecimento. E então estendemos a ideia de materiais manipulativos à ideia de que o aprendizado é mais eficaz quando integrado a

uma atividade que o aprendiz experiencia enquanto constrói um produto que lhe seja significativo. (Papert, 1986).

Dizer que estruturas intelectuais são construídas pelo aprendiz, ao invés de ensinadas por um professor não significa que elas sejam construídas do nada. Pelo contrário, como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, em materiais que ela encontra e, mais significativamente, em modelos e metáforas sugeridas pela cultura que a rodeia (Papert, 1986).

Um ponto importante do Construcionismo é que ele vai além do aspecto cognitivo, incluindo também facetas social e afetiva da educação. Assim, ele abre espaço para o estudo das questões de tecnologia, gênero, cultura, personalidade, motivação, dentre outras, que normalmente não são tratadas em abordagens educacionais mais tradicionais. O Construcionismo é um corpo teórico revolucionário na consideração de fatores afetivos, sociais e culturais no aprendizado e na abordagem dada ao papel da tecnologia na construção de ambientes educacionais mais efetivos.

O termo pensamento computacional foi usado pela primeira vez por Papert (Papert, & Solomon, 1971). As ideias que alicerçam o pensamento computacional já existiam, porém não tinham sido denominados com esse termo. Em Papert (1980) o termo PC foi utilizado na literatura, mas sua popularização ocorreu em 2006 por Jeannette Wing (Brackmann, 2017).

De maneira simplista o PC pode ser usado para resolver algoritmicamente problemas complexos. É o processo de entender aspectos da computação em nosso mundo e aplicar ferramentas e técnicas para facilitar sistemas e processos. Muitos autores conceituam o PC, mas seguiremos alguns conceitos apresentados por Jannette Wing e elucidados por Brackmann (2017), “Pensamento Computacional” em mais de uma forma, como sendo “a combinação do pensamento crítico com os fundamentos da Computação que definem uma metodologia para resolver problemas, denominada Pensamento Computacional” e “uma distinta forma de pensamentos com conceitos básicos da Ciência da Computação para resolver problemas, desenvolver sistemas e para entender o comportamento humano, habilidade fundamental para todos”.

Esses conceitos compreendem a habilidade crítica, estratégica e criativa, utilizando os fundamentos da área da computação em diferentes áreas da vida. Assim, seja individualmente, seja em grupo, o aprendiz consegue pensar racionalmente e resolver questões.

O PC é dividido em princípios quanto à coleta de dados, identificando problemas complexos, decompondo esses, quebrando-os em pedaços menores para tornar o gerenciamento mais simples, desenvolvendo análise para cada um desses subproblemas, focando apenas em detalhes importantes. Assim cria padrões/regras simples para resolução desses subproblemas. Dessa forma, traduzindo esses princípios teremos a decomposição, o reconhecimento de padrões, a abstração e o algoritmo.

Os princípios apresentados anteriormente formam os quatro pilares do PC, como apresentado na Figura 1. Quatro Pilares do Pensamento Computacional (Brackmann, 2017).

- Decomposição - o processo de resolução de um problema tem como ponto de partida a formulação do próprio problema. Por outro lado, para tentar compreendê-lo, é necessário desconstruí-lo, dividi-lo em pequenos problemas a ponto de ser simples resolvê-los.

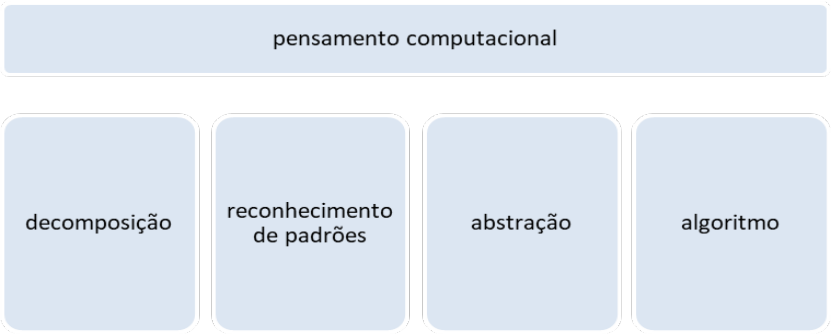


Figura 1 – Quatro Pilares do Pensamento Computacional

- Reconhecimento de padrões - a decomposição possibilita que problemas complexos sejam resolvidos através de pequenos problemas, facilitando assim observação e criação de padrões, através da similaridade e características dos problemas.
- Abstração - é um método utilizado para que se possa dar ênfase ou maior enfoque a detalhes relevantes, é uma abordagem central de resolução de problemas, permitindo a representação de sistemas complexos.
- Algoritmo - a ideia básica por trás do pensamento computacional está no pensamento algorítmico.

Os pilares do PC enfatizam três coisas. Primeiro, se aplicam a processos em outros domínios. Em segundo lugar, há uma forte semelhança entre processos de resolução de problemas e os pilares do PC, em que se deve notar que o processo de pensamento algorítmico representa uma extensão clara da formulação de solução pura. Terceiro, os pilares do PC podem também ser praticados e realizados em outras disciplinas na escola.

Segundo Wing (2017), a abstração é a habilidade fundamental para o desenvolvimento do PC. Abstração que pode ser a ação de abstrair, de analisar isoladamente um aspecto, contido num todo, sem ter em consideração sua relação com a realidade. A abstração é um processo fundamental para a interpretação de um enunciado de um problema, exercício ou mesmo atividade. A partir da abstração o sujeito faz o reconhecimento de padrões, elabora sequências lógicas para a solução. Neste sentido, utilizar mecanismos que auxiliam no desenvolvimento da abstração, interpretação e elaboração da solução são fundamentais em qualquer nível de ensino (Schorr & Bercht, 2020)

3. Delineamento da Pesquisa e Metodologia

A metodologia é de fundamental importância para o conhecimento dos métodos que serão empregados na elaboração da pesquisa, para a resolução do problema, apresentado sob um determinado âmbito, com um escopo definido.

Nesta seção é apresenta a metodologia adotada para este projeto, partindo da questão de pesquisa: Qual a eficácia da utilização de um game on-line no desenvolvimento do pensamento computacional?

Pensando nisso, o delineamento adotado para o desenvolvimento desse trabalho é o quase-experimental, pelo fato de possuir uma amostra pequena e a incapacidade de repetição do experimento devido ao fato de não ter novamente o mesmo quadro de aprendizes envolvildos.

Este trabalho é divido em algumas etapas como a) desenvolvimento do aplicativo para coleta de dados, b) seleção do grupo de aplicação da pesquisa, c) aplicação de pré e pós teste, d) aplicação da pesquisa através da utilização do aplicativo e e) análise estatística das informações coletadas.

3.1. Seleção do escopo APP

A seleção do escopo é responsável pela definição dos experimentos e seus objetivos, o que se pretende desenvolver durante sua execução. As fases do game educacional seguiram a mesma lógica de desenvolvimento (Figura 2), onde cada fase irá trabalhar um ou mais conceito dos quatro pilares do pensamento computacional.

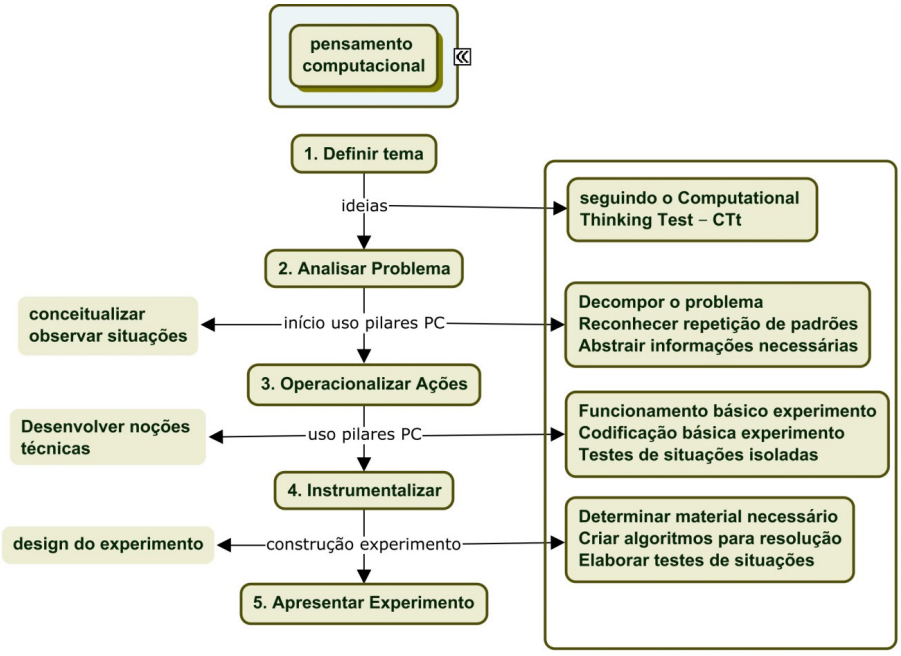


Figura 2 – Passos de desenvolvimento das fases do APP (Fonte: próprio autor)

A validação do instrumento utilizado para este experimento se dá através do *Computational Thinking Test* – CTt desenvolvido pelo Prof. Dr. Marcos Román-

Gonzales da Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED – Madri, Espanha)[1] (Román-González et al, 2015, 2017b, 2019), amplamente validado e aceito pela comunidade científica .

O *Computational Thinking Test* – CTt é composto por 28 questões de múltipla escolha, baseando-se em conceitos iniciais da computação além de lógica, inclui conceitos dos quatro pilares do PC (Tabela 1 – Pilares do PC inseridos no *Computational Thinking Test* – CTt). Cada item aborda um ou mais dos seguintes conceitos computacionais que aparecem em dificuldade crescente ao longo do teste: instruções e sequências básicas; loops ("repetir vezes", "repetir até". "repetir enquanto"); condicionais simples ("se"), condicionais compostas ("se/senão") e funções simples.

Róman-González et al. (2017a), traz os estudos psicométricos do teste, mostrando ser confiável ($\alpha \approx 0.80$) e compatível para avaliação do nível de PC em estudantes do 5º ao 10º ano escolar, entre 10 a 16 anos de idade.

4. *ThinkinGame*

Labusch et al. (2019), apresenta em seu trabalho que, nos últimos anos, o pensamento computacional tem sido frequentemente mencionado no contexto de resolução de problemas (por exemplo, Korkmaz et al., 2017; Román-González et al., 2017). A resolução de problemas é descrita como uma transformação de um estado inicial indesejável para um estado final desejável (Beecher, 2017) pela superação de uma barreira. Fazer isso significa operar em altos níveis de pensamento e raciocínio (Spector & Park, 2012). Binkley et al. (2012) voltam sua atenção para o desafio de ensinar competências adicionais, como pensamento sofisticado e resolução de problemas flexíveis, para colocar os alunos na melhor posição inicial possível para a participação no trabalho, na vida e na sociedade

Pensando nessas premissas, surge a ideia e a necessidade de desenvolvimento de um APP para estimular a resolução de problemas. Nesta seção será apresentado suscintamente o app *ThinkinGame*[2] (Figura 3), que será utilizado para o experimento, o qual será utilizado para auxiliar o desenvolvimento do Pensamento Computacional em atividades on-line. Serão apresentados artefatos referentes à especificação do sistema, tais como: requisitos funcionais, não-funcionais e tecnologias utilizadas.

Como objetivos do sistema, definiu-se:

1. Desenvolver um jogo que tenha fases que promovam o desenvolvimento do PC por si só.
2. Fazer com as fases que traduzam e se baseiem nos pilares do PC.
3. Demonstrar que no desenvolvimento das fases, sejam apresentadas as etapas do *Computational Thinking Test* – CTt, permeadas entre o jogo como pontos de verificação (Tabela 1).

[1] Utilização do teste previamente autorizada pelo pesquisador Prof. Dr. Marcos Román-Gonzales da Universidad Nacional de Educación a Distancia.

[2] Todas as imagens utilizadas no app ThinkinGame possuem licença livre para uso da imagem em projetos pessoais e comerciais e para modificá-la. Conforme termo de uso disponibilizado em https://www.freepikcompany.com/legal.

4. Instigar o estudante a pensar computacionalmente por meio da estrutura e organização oferecida pela ferramenta de software.
5. Coletar informações sobre a utilização do jogo e suas fases.



Figura 3 – Visão experimento no mobile

Todos os exercícios/experimentos desenvolvidos para o app (totalizam 100 exercícios) são baseados nos exercícios utilizados no *Computational Thinking Test* – CTt (ROMÁN-GONZÁLEZ, 2015), tendo uma variação em relação aos atores que auxiliam nos experimentos.

A Tabela 1 apresenta um recorte da tabela dos experimentos com os pilares do PC que cada um possui, os quais são apresentados no app como sendo "fases" a serem cumpridas, em que os aprendizes possam a responder na ordem que acharem mais conveniente, sendo que ao responderem de uma maneira que não seja assertiva, será identificada a fase de cor laranja, chamando a atenção para que seja revista a resposta dada (Figura 4).

Status	Questão	Resposta	TPC	Abstração	Decomposição	Rec. Padrões	Algoritmo
OK			01				
OK							
OK							
...	...	...	...	...	...	...	...
OK			16				
OK							

Status	Questão	Resposta	TPC	Abstração	Decomposição	Rec. Padrões	Algoritmo
OK							
OK			17				
...	...	...	...	...	...	...	...
OK			27				
OK							
OK							
OK			28				
OK							
OK							

Tabela 1 – Fases do *ThinkinGame* com os pilares do PC trabalhados (recorte)

4.1. Tecnologias utilizadas na implementação do sistema

O jogo está sendo projetado e construído na plataforma Android Studio, utilizando linguagem Java e Kotlin para o App e PHP para o servidor. Utiliza dois bancos de dados, um para o App, SQLite e outro no servidor, MySQL.

4.2. Aplicativo *ThinkinGame*

O aplicativo desenvolvido é responsivo, característica importante para um aplicativo móbile. Outra característica que foi desenvolvida é o funcionamento do aplicativo off-line, ocorrendo a sincronização dos experimentos ao obter rede (on-line), evitando a perda do desempenho do usuário por esse período de tempo. Uma preocupação nessa pesquisa é o envolvimento de menores de idade, em que a participação dos aprendizes está vinculada à autorização dos responsáveis, bem como a necessidade, no cadastro do aprendiz, da foto do representante com seu documento de identificação na mão. Após a verificação no sistema administrativo dessas informações, o sistema torna-se disponível ao aprendiz para ser utilizado.

O sistema é equipado com o ambiente cliente e o ambiente administrativo. O ambiente cliente possui as seguintes telas:

1. splashscreen - tela usada em transições e exibida durante carregamento de informações no sistema;
2. login - tela por onde o usuário realiza acesso na aplicação;
3. cadastro - tela destinada ao cadastro de usuários no sistema;
4. esqueci minha senha - tela destinada a recuperação de senha;
5. trilha de perguntas - tela de navegação por onde o usuário visualiza e acessa as perguntas (Figura 4);
6. tela da questão - tela onde o usuário visualiza a pergunta juntamente com as opções de resposta e submete sua escolha (Figura 5).;
7. perfil - tela por onde o usuário realiza a manutenção dos seus dados.

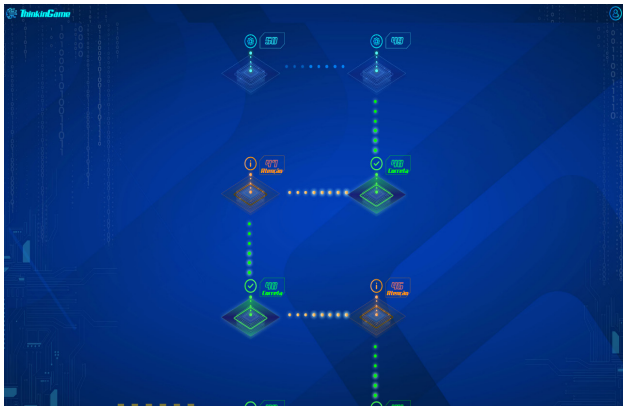


Figura 4 – trilha de perguntas

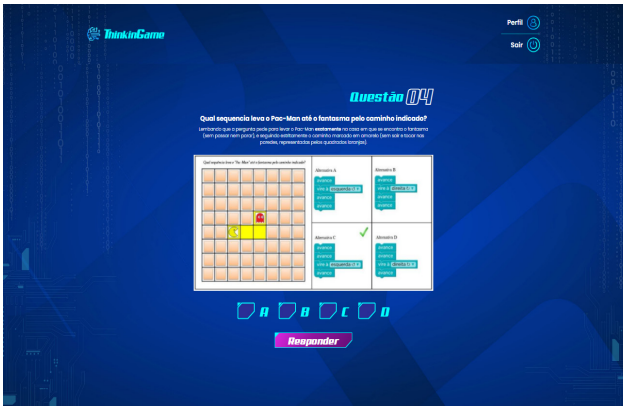


Figura 5 – Tela da questão

O ambiente administrativo é responsável por todo o gerenciamento do aplicativo como inserção das pergunta/pilares dos experimentos, gerenciamento de usuários (alunos/ escolas), bem como todas as ferramentas para coleta dos dados dos experimentos através de arquivos CSV.

A avaliação do uso do game será através de tempo de uso, tempo de resolução da etapa, tentativas, tipo de escola (pública ou privada), gênero (masculino e feminino).

Optou-se por trabalhar com crianças de 11 a 12 anos de idade de ambos os sexos, pelo fato de o desenvolvimento cognitivo delas estar finalizando o estágio das operações concretas, o qual ocorre em média ~~entre~~ dos 7 aos 11 anos. Conforme a experiência física e concreta vai se acumulando, a criança começa a conceitualizar, criando estruturas lógicas para a explicação das suas experiências, mas ainda sem abstração, ou seja, a interiorização da ação dá lugar a uma operação enquanto atividade mental. A característica essencial da operação é a reversibilidade (capacidade de regressar mentalmente ao ponto de partida) (Becker, 2014).

5. Conclusões

O projeto encontra-se em fase final de aprovação do Cômite de Ética Nacional[3], para assim ter sua aplicação nas escolas. No primeiro momento, a aplicação se dará em uma escola privada e uma pública, para alunos do 6º ano do ensino fundamental, de ambos os sexos, com conhecimentos prévios ou não de programação/robótica (os alunos identificam esses conhecimentos previamente).

No que diz respeito aos benefícios da aplicação da pesquisa para o aluno, o benefício imediato que se espera desta pesquisa é o incremento do desempenho escolar dos alunos em disciplinas que abordem principalmente as tecnologias STEM. Ainda como benefícios primários, temos:

- Confiança no gerenciamento da complexidade;
- Persistência ao trabalhar com problemas difíceis;
- Tolerância de ambiguidade;
- Capacidade de lidar com problemas não estruturados e,
- Capacidade de se comunicar e de trabalhar com outras pessoas para atingir uma meta ou solução comum.

Como trabalhos futuros, pretende-se ainda, neste ano, a aplicação do APP nas ecolas envolvidas, bem com a ampliação da aplicação para outros níveis escolares, englobando alunos de 5º a 9º ano dessas duas escolas e outras escolas da região.

Referências

Aragão, R. M. (1976). Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais [Doctoral dissertation]. http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253230

Ausubel, D. P. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estrutuctura del conocimiento. El Ateneo. Buenos Aires.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). Educational psychology: A cognitive view. CNIB.

Becker, F. (n.d.). Abstração pseudo-empírica e reflexionante: Significado epistemológico e educacional. Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas, 6, 104-128. https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/126295/000970474.pdf

Beecher, K. (2017). Computational thinking: A beginner's guide to problem-solving and programming. BCS, The Chartered Institute for IT.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. SpringerLink. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2

[3] Projeto submetido ao Cômite de Ética – Plataforma Brasil. Título da Pesquisa: O estudo do pensamento computacional através do uso de jogos on-line. CAAE: 62958822.2.0000.5347.

Brackmann, C. P. (2017). Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica [Doctoral dissertation]. http://hdl.handle.net/10183/172208

Carvalho, A. M. (1989). Física, proposta para um ensino constructivista. EPU.

Carvalho, A. M. (2007). Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. In A pesquisa Em ensino de ciências no Brasil E suas metodologias (2nd ed.). Editora Unijui.

Carvalho, A. S., Barone, D. A., & Zago, M. A. (2010). A aprendizagem significativa no ensino de engenharia de controle e automação. RENOTE, 8(3), 223-258. https://doi.org/10.22456/1679-1916.18091

Flores-Silva, S., & Cornejo-Aparicio, V. (2022). La gamificación y geolocalización como elementos que promuevan la motivación para el uso de software educativo. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (47), 326-338. https://doi.org/10.17013/ risti.25.98-111

Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Özden, Z. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). In Computers in human behavior (72nd ed., pp. 558-569). https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005

Labusch, A., Eickelmann, B., & Vennemann, M. (2019). Computational Thinking Processes and Their Congruence with Problem-Solving and Information Processing. In Computational thinking education (pp. 65-78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_5

Moreira, M. A. (2006). A teoria Da aprendizagem significativa E sua implementação Em sala de aula. UnB.

Moreira, M. A. (2008). Organizadores previos y aprendizaje significativo. Revista Chilena de Educación Científica, 7(2), 23-30. ISSN 0717-9618

Moreira, M. A. (2011). Aprendizagem significativa: A teoría E textos complementares. Livraria de Física. São Paulo. ISBN 978-85-7861-111-8

Moreira, M. A. (2012). ¿Al afinal, qué es aprendizaje siginificativo? Qurriculum. Revista de Teoría, Investigación Y Práctica educativa, (25), 29-56. https://doi.org/10.25145/j.qurricul

Novak, J. D., & Cañas, A. (2006). The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. Information visualization, 5(3), 175-184. https://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500126

Papert, S. (1986). Constructionism: A new opportunity for elementary science education. Massachusetts Institute of Technology. Epistemology & Learning Research Group. http://dailypapert.com/wp-content/uploads/2021/02/Constructionism-NSF-Proposal.pdf

Papert, S., & Solomon, C. (1971). Twenty things to do with a computer. Educ. Technology Magazine. https://www.researchgate.net/publication/37596692_ Twenty_ Things_to_Do_with_a_Computer

Pelizzari, A., Kriegl, M. L., Baron, M. P., Finck, N. T., & Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. Revista PEC, 2(1), 37-42.

Roman-Gonzalez, M. (2015). Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation. 7th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies, 2436–2444. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4203.4329

Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2017). Complementary tools for computational thinking assessment. In Computational thinking education (pp. 154-159). Springer. http://www.eduhk.hk/cte2017/doc/ CTE2017Proceedings.pdf

Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2019). Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions. In Computational thinking education. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_6

Román-González, M., Pérez-González, J., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test. Computers in Human Behavior, 72, 678-691. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047

Schorr, M. C., & Bercht, M. (2020). PComp-Model: desenvolvendo competências para o Pensamento Computacional. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), 18(1). https://doi.org/10.22456/1679-1916.106048

Silva, J. B. (2020). David Ausubel's Theory of Meaningful Learning: an analysis of the necessary conditions. Research, Society and Development, 9(4). https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2803

Spector, J. M., & Park, S. W. (2012). Argumentation, Critical Reasoning, and Problem Solving. In The role of criticism in understanding problem solving: Honoring the work of John C. Belland. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3540-2_2

Suandique, T. M., Beça, P., & Aresta, M. (2022). Criação de Jogos digitais como meio de consciencialização ambiental: exploração de uma ferramenta de apoio a criação de jogos digitais por jovens adultos. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (47), 277-287. https://doi.org/10.17013/risti.25.98-111

Wing, J. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. Italian Journal of Educational Technology, 25(2), 7-14. https://www.learntechlib.org/p/183466/

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

Recebido/Submission: 02/12/2022
Aceitação/Acceptance: 09/03/2023

Influencia del liderazgo respetuoso y del aislamiento profesional en el ajuste del teletrabajo y en la intención de continuar teletrabajando en académicos universitarios

Cristian Salazar-Concha[1], Bárbara Soto[2], Matías Triviño[2] and Luis J. Camacho[3]

cristiansalazar@uach.cl; barbara.soto@alumnos.uach.cl; matias.triviño@alumnos.uach.cl; luis.camacho@esc.edu

[1] Instituto de Administración, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Austral de Chile. Independencia 631, 5110566, Valdivia, Chile.

[2] Escuela de Ingeniería Comercial, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Austral de Chile. Independencia 631, 5110566, Valdivia, Chile.

[3] School of Business, SUNY Empire State College, College Road, Selden, NY 11784, USA

Pages: 204-216

Resumen: La pandemia del COVID-19 y el confinamiento obligó a gran parte del mundo académico a teletrabajar. El objetivo de este trabajo es analizar los efectos del estilo de liderazgo respetuoso y del aislamiento profesional en el ajuste del teletrabajo inducido por la pandemia y sus efectos en la intención para continuar teletrabajando. Se aplicaron encuestas autoadministradas a 302 académicos universitarios que se encontraban teletrabajando durante el confinamiento. Los resultados del análisis de ecuaciones estructurales indican que el aislamiento profesional tiene una alta influencia negativa en el ajuste en el teletrabajo y en el deseo de continuar teletrabajando y, que el estilo de liderazgo respetuoso tiene una baja influencia en el ajuste del teletrabajo y en la intención de continuar teletrabajando. Se concluye que, además de ejercer un liderazgo respetuoso, las jefaturas, principalmente, deben propiciar acciones que eviten los sentimientos de aislamiento y soledad de la planta académica que teletrabaja.

Palabras-clave: Teletrabajo, Liderazgo Respetuoso, COVID-19, Aislamiento Profesional.

Influence of respectful leadership and professional isolation in the adjustment of teleworking and the and the intention to continue teleworking in university academics

Abstract: The COVID-19 pandemic and lockdown forced much of the academic world to telecommute. This work aims to analyze the effects of respectful leadership style and professional isolation in the adjustment of teleworking induced by the pandemic and its effects on the intention to continue teleworking. Self-administered surveys were applied to 302 university academics who were teleworking during

confinement. The results of the structural equation analysis indicate that professional isolation has a high negative influence on adjustment to telework and the desire to continue teleworking, and respectful leadership style has a low influence on adjustment to telework and the intention to continue teleworking. It is concluded that, besides exercising respectful leadership, the heads must mainly promote actions that avoid feelings of isolation and loneliness of the academic staff that teleworks.

Keywords: Telework, Respectful Leadership, COVID-19, Professional Isolation.

1. Introducción

La crisis provocada por la pandemia mundial del COVID-19 ha presentado distintos desafíos sanitarios, sociales y económicos sin precedentes, y ha generado profundas consecuencias para la forma en que las personas viven y trabajan. En esta circunstancia de adaptación y/o ajuste a una nueva "normalidad" las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han desempeñado un papel crucial en el mantenimiento de la conexión social dentro de las familias, comunidades, pero también para continuar trabajando (World Health Organization, 2020).

En el ámbito educativo, la pandemia ha transparentado problemas en las unidades educativas relacionados con falta de capacitación en el uso de nuevas tecnologías y metodologías de enseñanza-aprendizaje para la continuidad de los procesos formativos a través de clases virtuales (Cabero-Almenara, 2020). Asimismo, algunos estudios han reportado que los académicos han experimentado problemas con respecto a la intensificación del uso de plataformas virtuales, tales como falta de tiempo de descanso para sus quehaceres personales u ocio, además de problemas en su salud mental que se ven reflejados en un desgaste personal y profesional (Bravo *et al*., 2020).

La pandemia COVID-19 y el teletrabajo han desafiado a los trabajadores a ajustarse a nuevos contextos laborales y adaptarse hacia modelos de trabajo más flexibles y de base digital (Salazar-Concha et al., 2022), no obstante, también ha traído consigo una reducción en la percepción de la calidad de vida de los trabajadores. Estudios han reportado sentimientos de incertidumbre, soledad y miedo a la pandemia (Lizana et al., 2021), sobrecarga laboral, tecnoestrés y disminución de la satisfacción laboral (Araya-Guzmán *et al.,* 2021; Palma-Silva *et al.,* 2021) debido al teletrabajo.

En el confinamiento obligado por la pandemia, los teletrabajadores han tenido que afrontar algunos retos como lo es el aislamiento social y profesional (Bjursell *et al.,* 2021) y lidiar con distintos estilos de liderazgo, presiones y atribuciones de sus superiores (Venturelli, 2020). En este contexto y desde una perspectiva de ajuste individual, basado en los aportes de la Teoría del Ajuste del Trabajo (Dawis y Lofquist, 1984), este trabajo analizará, en una muestra de académicos universitarios, los efectos del estilo de liderazgo respetuoso y del aislamiento profesional en el ajuste del teletrabajo inducido por la pandemia y en la intención para continuar teletrabajando.

2. Antecedentes e hipótesis

La pandemia ha transformado la forma de trabajar, las relaciones entre el trabajador y empleador y, entre otras, ha fortalecido el rol de las TIC para realizar el trabajo. De

igual forma, ha obligado a los trabajadores a ajustarse a nuevas demandas laborales relacionadas con el teletrabajo (Carillo *et al.,* 2021).

El teletrabajo se define como un entorno de trabajo formal mediado por las TIC y completamente funcional y, distinto de simplemente "llevarse el trabajo a casa" (Dahlstrom, 2013); es decir, se refiere al trabajo en relación de dependencia que se realiza fuera de las instalaciones de la empresa, principalmente desde el hogar (Salazar y Pacheco, 2006). Esta modalidad laboral representa una transformación en el mercado laboral y por ende en la gestión del talento humano, generando nuevas exigencias para los trabajadores y las organizaciones (Salazar, 2013).

El teletrabajo ha llegado para quedarse en las organizaciones y, por supuesto, en el sector de la educación. En este escenario, es importante analizar distintos factores organizacionales, situacionales y de teletrabajo que pueden afectar positiva o negativamente la intención de continuar o dejar de teletrabajar como: el ajuste del teletrabajo (factor organizacional), estilo de liderazgo respetuoso (factor situacional) y el aislamiento profesional (factor del teletrabajo).

2.1. Ajuste en el teletrabajo

El cambio repentino que ha experimentado el entorno laboral ha obligado a los trabajadores a participar en un ajuste de nuevas prácticas laborales (Dawis y Lofquist, 1984). De acuerdo con Raghuram *et al.* (2001), el ajuste de teletrabajo se define como el nivel de adaptación de los empleados a las demandas organizacionales de un nuevo contexto de teletrabajo, el cual se ha acelerado por la crisis de la COVID-19. En este sentido, el teletrabajo puede crear una distancia entre los empleados y las organizaciones (compañeros de trabajo, supervisiones, etc.), por tanto, el ajuste del teletrabajo se presenta como un elemento crítico en la adaptación de los empleados a esta modalidad laboral (Carillo *et al*., 2021). Para los académicos este ajuste también ha implicado una adaptación a los nuevos escenarios sanitarios y a nuevas demandas laborales que ha implicado adoptar el teletrabajo (Lizana *et al*., 2021).

Distintos estudios han reportado efectos indeseables para los académicos que han debido trabajar de forma remota (Rapanta *et al*., 2020). Dentro de estos efectos se puede señalar los esfuerzos para adaptarse a las nuevas tecnologías digitales y para realizar sus actividades de docencia lo mejor posible, afrontando nuevas presiones de sus superiores, destinando parte de su tiempo libre para realizar labores extracurriculares (Venturelli, 2020) y la falta de tiempo de descanso para sus quehaceres personales u ocio, así como la disminución de su percepción de la calidad de vida (Lizana *et al.,* 2021). Otros efectos reportados son el deterioro en la salud mental de los docentes reflejados en un desgaste personal y profesional y de mayor carga existencial (Villa et al., 2020), la sobrecarga laboral debido al teletrabajo o a sentimientos de incertidumbre, soledad y miedo a la pandemia (Lizana *et al.,* 2021), y menor influencia e implicación en los asuntos que se tratan presencialmente (Bjursell *et al*., 2021), entre otros.

2.2. Aislamiento profesional

La adopción del teletrabajo aparece como un cambio drástico en el ambiente laboral que ha afectado la relación Empleado-Ambiente, provocando que los trabajadores

tengan que adaptarse a situaciones complejas (Carillo *et al*., 2020) como, por ejemplo, experimentar sentimientos de aislamiento físico y psicológico (Wang *et al*., 2020). El aislamiento profesional es un estado mental o creencia de que uno no está en contacto con los demás en el lugar de trabajo (Diekema, 1992). Se produce cuando se desea obtener apoyo, comprensión y otros aspectos derivados de la interacción social (Golden *et al*., 2008), los cuales no se llegan a satisfacer, generando un obstáculo para la adopción continuada del teletrabajo (Weinert *et al*., 2015).

El aislamiento físico y psicológico genera que las personas se sientan desconectadas de las demás, careciendo de las conexiones de red social, además de no satisfacer las relaciones de apoyo, comprensión y otros aspectos sociales, afectando el desempeño de los teletrabajadores (Wang *et al*., 2020). Estudios han demostrado que los trabajadores aislados psicológicamente están más propensos a sentirse insatisfechos laboralmente, a experimentar altas tasas de rotación y a presentar una mala salud (Wang *et al*., 2020). Asimismo, el aislamiento de los teletrabajadores genera riesgos que se pueden presentar como incertidumbre en la actuación, alteración de la percepción del tiempo, fatiga patológica, desequilibrios y conductas alteradas (Rubbini, 2012).

Sobre la base de estos planteamientos, se sustenta la siguiente hipótesis:

H1. La percepción de aislamiento profesional repercute negativamente en la percepción de ajuste en el teletrabajo de los académicos universitarios.

2.3. Liderazgo respetuoso

Los líderes respetuosos reconocen y tratan a sus subordinados y colaboradores como iguales o al menos aceptan que son dignos de la atención y del aprecio del líder (Decker y Van Quaquebeke, 2015). Los trabajadores ven el liderazgo respetuoso como si su jefe se tomara su trabajo en serio, los tratara con honestidad y cortesía, y demostrara un interés genuino en sus pensamientos (Urbach *et al*., 2016). El liderazgo respetuoso en una organización puede ayudar a disminuir los niveles de discriminación y aumentar la inclusión entre sus pares (Van Quaquebeke y Eckloff, 2010). Según Van Quaquebeke y Eckloff (2013), el liderazgo respetuoso tiene un buen efecto en la experiencia laboral de los trabajadores, incluida la felicidad laboral, así como en comportamientos pro organizacionales como la participación (Stürmer *et al.,* 2008) y el éxito académico (Mertz *et al.,* 2015). Además, el liderazgo respetuoso afirma la pertenencia de los trabajadores al grupo y sirve como fuente principal de autoestima e impulso (Grover, 2021). Los líderes respetuosos son reflexivos, reconocen que las personas merecen ser respetadas por derecho propio y reconocen el valor de los demás. En consecuencia, estos rasgos son muy apreciados por los subordinados para aumentar su intención de permanencia (Renger *et al.,* 2017). En este sentido, cuando se ejerce un buen liderazgo, las personas intentarán imitar las características de los lideres respetuosos e inclusivos (Avolio y Gardner, 2005).

Con relación a estos planteamientos, se formula la siguiente hipótesis:

H2. El Liderazgo respetuoso ejercido por la jefatura influye positivamente en la percepción de ajuste en el teletrabajo de los académicos universitarios.

2.4. Intención de continuar teletrabajando

Una de las características del teletrabajo es realizar la labor en un entorno diferente al de los trabajadores de oficina tradicionales. La influencia de esta característica del teletrabajo en los factores estresantes influye en la intención de continuar teletrabajado (Weinert *et al.,* 2015). Las recomendaciones para los empleadores, es procurar que sus trabajadores cuenten con buenas herramientas para realizar sus labores de la mejor manera posible, puesto que con un equipo que no cuente con las capacidades adecuadas, y además un internet lento, aumenta la irritabilidad y mal humor de los empleados (OIT, 2020).

Sobre la base de estos planteamientos, se formulan las siguientes hipótesis:

H3. El ajuste en el teletrabajo influye positivamente en la intención de seguir teletrabajando de los académicos universitarios.

H4: El ajuste en el teletrabajo influye negativamente en la intención de dejar de teletrabajar de los académicos universitarios.

3. Metodología

Este estudio consideró como unidad de análisis universidades chilenas y como unidad de observación académicos universitarios que realizaron sus actividades laborales a través de la modalidad de teletrabajo durante el confinamiento obligado por la pandemia COVID-19. El estudio utilizó el método de encuesta autoadministrada diseñada a través de *Google Forms* y se distribuyó, a través de correos electrónicos institucionales, entre agosto y septiembre del año 2021. Se utilizó muestreo por conveniencia con elementos de muestreo de bolas de nieve. El instrumento de investigación se dividió en dos partes, la primera parte se diseñó para obtener información demográfica del encuestado y la segunda parte para que los participantes indicaran su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las declaraciones o ítems basadas en una escala de *Likert* que va de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). Los ítems de la segunda parte se adaptaron de cuestionarios existentes válidos y fiables: El liderazgo respetuoso se midió con la escala de Liderazgo Respetuoso de Van Quaquebeke y Eckloff (2010); el aislamiento profesional se midió mediante la escala de Aislamiento Profesional de Golden *et al.* (2008); el ajuste en el teletrabajo se midió mediante la escala de Ajuste en el Teletrabajo de Carillo *et al.* (2020) y la intención de seguir teletrabajando y de dejar de teletrabajar se midió mediante la escala de Intención de Seguir Teletrabajando de Weinert *et al.* (2015).

Para la realización de este estudio se contó con la participación de 302 académicos chilenos que se encontraban teletrabajando en el momento de la recogida de datos. En la tabla 1, se muestran las características sociodemográficas de los participantes. A modo general se puede observar en la tabla 1 que la mayoría de los participantes que respondieron la encuesta son del género masculino (57.9%). En cuanto a la edad de los encuestados, en general, un 60.2% se encuentra en el rango etario entre 41 a 60 años.

Variable demográfica	Opción de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Género	Femenino	126	41.7%
	Masculino	175	57.9%
	No binario	1	0.3%
Edad	21-30	2	0.7%
	31-40	65	21.5%
	41-50	113	37.4%
	51-60	69	22.8%
	61 o más	53	17.5%

Tabla 1 – Resumen de los participantes

Con el fin de contrastar empíricamente las hipótesis propuestas se empleó la técnica de Ecuaciones Estructurales (*SEM*), específicamente la técnica de mínimos cuadrados parciales *Partial Least Square* (*PLS*). La versión del programa que se utilizó fue *SmartPLS* versión 4.

4. Resultados

Como un primer paso del análisis *PLS* se verificó el ajuste global del modelo de investigación. La tabla 2 presenta algunos indicadores que permiten verificar la consistencia del modelo con base en lo recomendado por Hair *et al.* (2017). Posterior a la evaluación del ajuste global se debe realizar la evaluación del modelo de medida y finalmente, la evaluación del modelo estructural.

Índice	Saturado	Estimado
NFI	0.878	0.878
Chi-*square*	115.064	115.064
SRMR	0.050	0.050

Nota: NFI: *Normed Fit Index*. SRMR: *Standardized Root-Mean-Square Residual*.

Tabla 2 – Ajuste global del modelo

4.1. Evaluación del modelo de medida

Siguiendo los pasos de Hair *et al.* (2017), antes de evaluar el modelo de medición se realizó un diagnóstico de multicolinealidad. Este se abordó mediante el factor de inflación de la varianza (VIF <5), reportándose que los valores VIF de cada ítem son menores que 3.096.

La fiabilidad de cada ítem se evaluó mediante el análisis de cargas factoriales cruzadas (λ). La fiabilidad es considerada adecuada cuando un indicador tiene un λ mayor que 0.707 en su respectivo constructo (Carmines y Zeller 1979) y es mayor que las otras cargas que se evalúan en el modelo (Barclay *et al.,* 1995). La tabla 3 muestra que todas

las cargas factoriales cruzadas de los indicadores de las variables latentes del modelo cumplen estas condiciones.

	AP	AT	IST	IDT	LP
AP3	**0.862**	-0.524	-0.475	0.496	0.149
AP4	**0.752**	-0.429	-0.331	0.360	-0.100
AP6	**0.804**	-0.361	-0.284	0.332	0.095
AP7	**0.871**	-0.478	-0.401	0.448	0.064
AT1	-0.460	**0.836**	0.683	-0.599	0.145
AT2	-0.459	**0.885**	0.726	-0.593	0.062
AT3	-0.516	**0.878**	0.793	-0.652	0.069
AT4	-0.450	**0.772**	0.557	-0.474	0.090
AT5	-0.428	**0.824**	0.595	-0.517	0.100
IST	-0.462	0.807	**1.000**	-0.696	0.046
IDT	0.505	-0.681	-0.696	**1.000**	-0.020
LP1	0.036	0.140	0.073	-0.073	**0.790**
LP10	0.036	0.064	-0.006	-0.012	**0.829**
LP12	0.058	0.010	-0.033	0.044	**0.787**
LP3	0.104	0.081	0.053	-0.032	**0.859**
LP4	0.057	0.071	0.028	-0.010	**0.890**
LP5	0.072	0.089	0.058	-0.007	**0.881**
LP7	0.046	0.089	0.019	0.057	**0.779**
LP9	0.039	0.036	-0.021	-0.010	**0.698**

Tabla 3 – Cargas factoriales cruzadas

Constructo	Ac	Fc	AVE	AP	AT	IST	IDT	LR
AP	0.842	0.894	0.679					
AT	0.895	0.923	0.706	0.626				
IST	1.000	1.000	1.000	0.423	0.845			
IDT	1.000	1.000	1.000	0.541	0.714	0.696		
LR	0.929	0.941	0.666	0.142	0.108	0.048	0.042	

Tabla 4 – Consistencia interna, validez convergente y discriminante (criterio HTMT)

La consistencia interna de las medidas de los constructos se evaluó examinando la fiabilidad compuesta (Fc) y el alfa de Cronbach (Ac) las cuales deben ser mayores a 0.7 (Hair *et al.* 2017). La fiabilidad compuesta, a diferencia del alfa de Cronbach, se estima un indicador más adecuado para *PLS* considerándose modesto un valor de al menos 0.7 para investigaciones exploratorias y valores de 0.8 o 0.9 para etapas más avanzadas de la investigación (Nunnally y Bernstein 1994). La validez convergente se evalúa examinando

la Varianza Media Extraída (AVE-*Average Variance Extracted*). Para que se cumpla la validez convergente el AVE debe ser superior al umbral de 0.5 (Henseler *et al.,* 2016). En la tabla 4 se aprecia que el conjunto de constructos y dimensiones satisfacen estas exigencias (Ac>0.842; Fc >0.894; AVE >0.666; HTMT<0.845), por tanto, se cumple con los requerimientos de consistencia interna, validez convergente y validez discriminante.

4.2. Evaluación del modelo estructural

De acuerdo con Hair *et al.* (2017), la evaluación del modelo estructural contempla el análisis de los coeficientes *path*, la varianza explicada R^2 para cada constructo dependiente y la prueba de *Stone-Geiser* (Q^2). En resumen, los modelos estructurales se valoran en base en los resultados de la estimación del modelo estándar, la rutina *bootstrapping* y el procedimiento *blindfolding*.

Se aplicó la técnica de *bootstrapping* basado en 5000 submuestras para evaluar la significancia estadística de los coeficientes *path* (β). Los efectos directos se evaluaron aplicando una prueba de una cola para una distribución *t* de *Student* con un intervalo de confianza del 95%. En la figura 1 se puede observar que la mayor magnitud de los coeficientes *path* se relacionan significativamente y de manera positiva con Aislamiento profesional y Ajuste en el teletrabajo (-0.562), con Ajuste en el teletrabajo con intención de dejar de teletrabajar (-0.681) y con intención de seguir teletrabajando (0.807).

También se aplicaron cálculos para obtener la magnitud de los coeficientes de determinación (R^2). En la figura 1 se aprecian los valores R^2 de las variables endógenas. De acuerdo con Hair *et al.* (2017) los valores de R^2 para las variables dependientes del modelo estructural se consideran moderadas. Finalmente, se calcularon los valores de Q^2 para cada variable dependiente. La valoración predictiva de la variable Ajuste de teletrabajo obtuvo un nivel medio (Q^2=0.225) y tanto la de intención de seguir teletrabajando (Q^2=0.644) como la de dejar de teletrabajar (Q^2=0.456) obtuvieron una valoración predictiva grande.

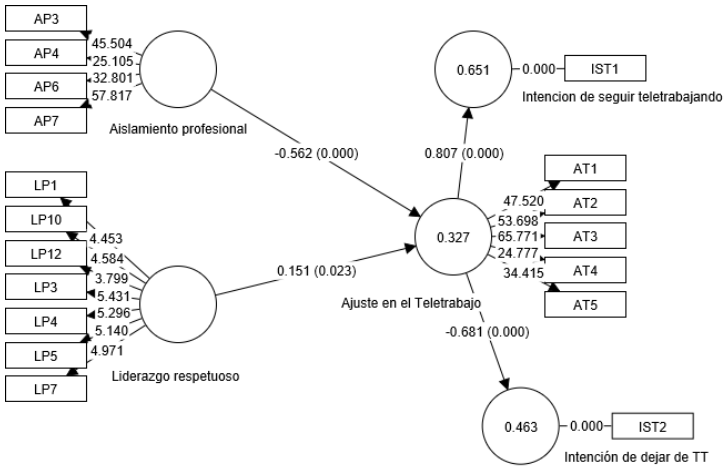


Figura 1 – Modelo Estructural

4.3. Contraste de hipótesis

La tabla 5 presenta los resultados de la aplicación de la técnica de *bootstrapping* basado en 5000 submuestras aplicando una prueba de una cola para una distribución *t* de *Student* con un intervalo de confianza del 95%. En base a estos resultados y de acuerdo con lo establecido en la literatura (Hair et al., 2017) todas las hipótesis de esta investigación son soportadas.

Hipótesis	Coeficientes *Path*	Valores *t*	Valores *p*	Validación de hipótesis
H1	-0.562	14.140	0.000***	Si
H2	0.148	1.838	0.033*	Si
H3	0.807	30.200	0.000***	Si
H4	-0.681	16.174	0.000***	Si

Tabla 5 – Contraste de hipótesis

5. Discusión

Los resultados del estudio permiten visualizar que, en el contexto de académicos universitarios, existe una relación negativa entre el aislamiento profesional y el ajuste en el teletrabajo, una relación positiva entre el liderazgo respetuoso y el ajuste en el teletrabajo, una relación positiva entre el ajuste del teletrabajo y la intención de seguir teletrabajando, y una relación negativa entre el ajuste del teletrabajo y la intención de dejar de teletrabajar.

Al analizar el efecto directo del liderazgo respetuoso como un factor situacional, se puede apreciar que este estilo de liderazgo tiene muy poca influencia en el ajuste en el teletrabajo (ver figura 1). La influencia de esta variable afecta muy poco la varianza del ajuste en el teletrabajo (R^2 de 0.326 a 0.305). No obstante, al observar los efectos indirectos, el liderazgo respetuoso tiene un efecto significativo en la intención de dejar o de seguir teletrabajando; situación similar ocurre con el aislamiento profesional (ver tabla 6).

Efectos indirectos totales	Muestra	Valores *t*	Valores *p*
Aislamiento profesional -> Ajuste en el Teletrabajo -> Intención de seguir teletrabajando	-0.453	12.458	0.000***
Aislamiento profesional -> Ajuste en el Teletrabajo -> Intención de dejar de TT_	0.383	10.588	0.000***
Liderazgo respetuoso -> Ajuste en el Teletrabajo -> Intención de dejar de TT_	-0.101	1.824	0.034*
Liderazgo respetuoso -> Ajuste en el Teletrabajo -> Intención de seguir teletrabajando	0.119	1.833	0.033*

Nota: t(0.05, 4999) = 1.645158499, t(0.01. 4999) = 2.327094067, t(0.001, 4999) = 3.091863446 * p < 0.05. ** p < 0.01. *** p < 0.001, basado en t (4999), test de una-cola.

Tabla 6 – Efectos indirectos totales

En el caso del liderazgo respetuoso el impacto indirecto que genera en la intención de dejar de teletrabajar es -0.101, significando que un liderazgo respetuoso bien desarrollado en una institución permite que los académicos desistan de sus intenciones de dejar de teletrabajar y volver al trabajo presencial. Por otro lado, un liderazgo respetuoso bien desarrollado genera un impacto indirecto en la intención de seguir teletrabajando de 0,119 fortaleciendo y motivando a los académicos a continuar con el teletrabajo.

Con base en estos análisis se considera que las jefaturas al ejercer su liderazgo no deben descuidar el respeto hacia los académicos, en este sentido, quienes ejercen las jefaturas juegan un papel muy importante para hacer sentir a los académicos validados y reconocidos. Asimismo, es importante destacar que en la modalidad de teletrabajo es muy recomendable cuidar que todos los académicos se sientan integrados y se sientan parte de la organización, evitando así sentimientos de soledad y de aislamiento profesional. Por tanto, para evitar que los académicos estén motivados a dejar de teletrabajar, las instituciones de educación superior y, principalmente las jefaturas directas, tendrían que implementar acciones para afrontar y combatir el aislamiento profesional que puedan percibir los académicos.

6. Conclusiones

Esta investigación avanza en la comprensión del fenómeno del teletrabajo en académicos universitarios y permite entender algunos de los factores que intervienen en la experiencia de teletrabajo y en el deseo de continuar trabajando bajo esta modalidad. De igual manera, esta investigación ofrece a las universidades un instrumento que permite determinar el ajuste del teletrabajo en los académicos, así como aquellos factores personales y laborales que inciden en ese ajuste, para así hacer un análisis de las necesidades y poder actuar frente a ellas en busca de prevenir los sentimientos negativos, como el aislamiento profesional. También permite analizar el nivel de ajuste de los académicos al sentirse respetados por parte de su jefatura directa. En caso de obtener un ajuste en el teletrabajo bajo, sería recomendable incidir en la actitud que aborda su director para mejorar las prácticas y el nivel de ajuste de los académicos.

Aunque los hallazgos de este estudio son significativos, este estudio no está exento de limitaciones. Considerando que es un estudio transversal y ha utilizado un muestreo por conveniencia, los resultados deben ser evaluados como orientativos. Otra limitación de importancia es que se evaluó únicamente a académicos chilenos, por lo que no se pueden generalizar estos hallazgos. Futuras investigaciones deberían ser conducidas tomando en cuenta otros grupos ocupacionales y otros países lo que permitiría tener un marco de evaluación más amplio, especialmente considerar diferentes contextos culturales. Finalmente, este trabajo ha considerado solo un estilo de liderazgo, lo que sería de interés para nuevos estudios que consideren otros estilos de liderazgo, así como variables asociadas al comportamiento organizacional.

Referencias

Antunes, A. (2004). Sistemas XYZ. In Sousa A. J. (Ed.), *Tecnologias Internet*. Editora Xxxpto.

Araya-Guzmán, S., Salazar-Concha, C., & Adams-Cortez., K. (2021). Explorando la relación entre autonomía, factores estresantes y agotamiento, en teletrabajo. Iberian Journal of Information Systems and Technologies. 2021(E46), 619-633.

Avolio, B. & Gardner, W. (2005). Authentic leadership development: Getting to the root of positive forms of leadership. The Leadership Quarterly, 16(3), 315-338, https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2005.03.001

Barclay, D., Higgins, C., & Thompson, R. (1995). The Partial Least Squares (PLS) Approach to Causal Modelling: Personal Computer Adoption and Use as an Illustration. Technology Studies, Special Issue on Research Methodology, 2(2), 285-309.

Bjursell, C., Bergmo-Prvulovic, I., & Hedegaard, J. (2021). Telework and Lifelong Learning. Frontiers in Sociology, 6, 642277. https://doi.org/10.3389/fsoc.2021.642277

Bravo, N., Mansilla Sepúlveda, J., & Véliz Burgos, A. (2020). Teletrabajo y agobio laboral del profesorado en tiempos de COVID-19. Medisur, 18(5), 998-1008.

Cabero-Almenara, J. (2020). Learning from the time of the COVID-19. Revista Electrónica Educare, 24(Suplemento), 1-3. https://doi.org/10.15359/ree.24-S.2

Carillo, K., Cachat-Rosset, G., Marsan, J., Saba, T., & Klarsfeld, A. (2021). Adjusting to epidemic-induced telework: empirical insights from teleworkers in France. European Journal of Information Systems, 30(1), 69-88. https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1829512

Carmines, E., & Zeller, R. (1979). Reliability and Validity Assessment. Beverly, USA: SAGE Publications.

Dawis, R., & Lofquist, L. (1984). A psychological theory of work adjustment. Minneapolis. University of Minnesota Press.

Decker, C., Van Quaquebeke, N. (2015). Getting Respect from a Boss You Respect: How Different Types of Respect Interact to Explain Subordinates' Job Satisfaction as Mediated by Self-Determination. Journal of Business Ethics, 131, 543–556. https://doi.org/10.1007/s10551-014-2291-8

Dahlstrom, T. (2013). Telecommuting and Leadership Style. Public Personnel Management, 42(3), 438 - 451. https://doi.org/10.1177/0091026013495731.

Diekema, D. (1992), Aloneness and Social Form. Symbolic Interaction, 15, 481-500. https://doi.org/10.1525/si.1992.15.4.481

Golden, T., Veiga, J., & Dino, R. (2008). The impact of professional isolation on teleworker job performance and turnover intentions: does time spent teleworking, interacting face-to-face, or having access to communication-enhancing technology matter?. The Journal of applied psychology, 93(6), 1412–1421. https://doi.org/10.1037/a0012722

Grover, S. L. (2021). Different respect motivates different people: How self-esteem moderates the effects of respect on performance. Personality and Individual Differences, 168(2), 110312. https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.110312

Hair, J., Hult, G., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2017). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). In Thousand Oaks: Sage (2nd ed.). Sage Publications, Inc.

Henseler, J., Hubona, G., & Ray, P. (2016). Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. Industrial Management & Data Systems, 116(1), 2-20. https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2015-0382

Lizana, P., Vega-Fernandez, G., Gomez-Bruton, A., Leyton, B., & Lera, L. (2021). Impact of the COVID-19 Pandemic on Teacher Quality of Life: A Longitudinal Study from before and during the Health Crisis. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(7), 3764. http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18073764

Mertz, C., Eckloff, T., Johannsen, J., & Van Quaquebeke, N. (2015). Respected students equal better students: Investigating the links between respect and performance in schools. Journal of Educational and Developmental Psychology, 5(1), 74–86. https://doi.org/10.5539/jedp.v5n1p74

Nunnally, J., & Bernstein, I. (1994). Psychometric theory. 3rd Ed. McGraw-Hill.

OIT (2020). El teletrabajo durante la pandemia de COVID-19 y después de ella – Guía práctica. Organización Internacional del Trabajo.

Palma-Silva, C., Araya-Guzmán, S., & Salazar-Concha, C. (2021). Efectos de las características y factores estresantes del trabajo en el agotamiento y satisfacción laboral de los teletrabajadores, y su incidencia en el rendimiento organizativo. Iberian Journal of Information Systems and Technologies. 2021(E46), 573-587.

Raghuram, S., Garud, R., Wiesenfeld, B., & Gupta, V. (2001). Factors contributing to virtual work adjustment. Journal of Management, 27(3), 383-405. https://doi.org/10.1177/014920630102700309

Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P. et al. (2020). Online University Teaching During and After the Covid-19 Crisis: Refocusing Teacher Presence and Learning Activity. Postdigital Science and Education, 2, 923–945. https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y

Renger, D., Renger, S., Miche, M., & Simon, B. (2017). A social ´ recognition approach to autonomy: The role of equality-based respect. Personality and Social Psychology Bulletin, 43(4), 479–492. https://doi.org/10.1177/0146167216688212

Rocha, Á. (2012). Framework for a Global Quality Evaluation of a Website. *Online Information Review, 36*(3), 374-382. https://doi.org/10.1108/14684521211241404

Rubbini, N. (2012). Los riesgos psicosociales en el teletrabajo. VII Jornadas de Sociología de La UNLP. La Plata, Argentina.

Salazar-Concha, C., Ficapal-Cusí, P., Peñarroja, V., Enache-Zegheru, M. (2022). Validation of the Spanish version of the Technostress Creators Scale in Chilean Workers. Anales de Psicología, 38(3), 518-529. https://doi.org/10.6018/analesps.509551

Salazar, C. (2013). Conceptos, recomendaciones y pasos para comenzar a teletrabajar. En: Teletrabajo en Iberoamérica, referentes y recomendaciones. Volúmen 2. Colombia: Corporación Colombia Digital.

Salazar, C., & Pacheco, L. (2006). Teletrabajo en Chile: el caso de la Asociación chilena de empresas de tecnologías de información, ACTI. Revista de Ingeniería Informática, 13, 1-13.

Stürmer, S., Simon, B., & Loewy, M. I. (2008). Intraorganizational respect and organizational participation: The mediating role of collective identity. Group Processes & Intergroup Relations, 11(1), 5–20. https://doi.org/10.1177/1368430207084842

Urbach, T., Fay, D., & Lauche, K. (2016). Who will be on my side? The role of peers' achievement motivation in the evaluation of innovative ideas. European Journal of Work and Organizational Psychology, 25(4), 540–560. https://doi.org/10.1080/1359432X.2016.1176558

Van Quaquebeke, N., & Eckloff, T. (2010). Defining respectful leadership: What it is, how it can be measured, and another glimpse at what it is related to. Journal of Business Ethics, 91(3), 343–358. https://doi.org/10.1007/s10551-009-0087-z

Van Quaquebeke, N., & Eckloff, T. (2013). Why follow? The interplay of leader categorization, identification, and feeling respected. Group Processes & Intergroup Relations, 16(1), 68–86. https://doi.org/10.1177/1368430212461834

Venturelli, R. (2020). Teaching, telework and Covid-19: Teacher's reinvention, pressure and exhaustion in quarantine times. Revista Pegada. 21(3), 275-306.

Wang, W., Albert, L., & Sun, Q. (2020). Employee isolation and telecommuter organizational commitment. Employee Relations, 42(3), 609-625. https://doi.org/10.1108/ER-06-2019-0246

Weinert, C., Maier, C., & Laumer, S. (2015). Why are teleworkers stressed? An empirical analysis of the causes of telework-enabled stress. Wirtschaftsinformatik Proceedings.

World Health Organization (2020). ITU-WHO Joint Statement: Unleashing information technology to defeat COVID-19.

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

Recebido/Submission: 06/11/2022
Aceitação/Acceptance: 08/02/2023

A utilização de Design Thinking para promover a adoção de práticas sustentáveis no Ensino Básico e Secundário

Marlene Faria[1], Carolina Novo[1], Ana Lopes[2], Adelina Moura[2], Hariklia Tsalapatas[3], Olivier Heidmann[3], Carlos Vaz de Carvalho[2]

{marlene_faria; carolina_novo}@virtual-campus.eu; analopes.pinto@gmail.com; adelina8@gmail.com; htsalapa@uth.gr; olivier.heidmann@gmail.com; cmc@isep.ipp.pt

[1] Virtual Campus Lda, Trv Nova da Giesta, 437 5et, 4425-672 Maia, Portugal

[2] GILT-Instituto Superior de Engenharia do Porto, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072, Porto, Portugal

[3] University of Thessaly, Argonafton & Filellinon, 382 21, Volos, Grécia

Pages: 217-230

Resumo: O impacto visível das alteração climáticas trouxe a questão da sustentabilidade para primeiro plano. A educação dos alunos para estes desafios é fundamental para gerar cidadãos conscientes e ativos relativamente à sustentabilidade. No entanto, para desenvolver efetivamente estas competências é necessário adotar processos de aprendizagem ativa, centrados no aluno. A metodologia DT4S visa promover precisamente a aprendizagem ativa através da aplicação de um processo de Design Thinking suportado por uma plataforma online que motive os alunos para a aprendizagem e para as questões de sustentabilidade. A experiência realizada com dois conjuntos de alunos portugueses demonstrou claramente a viabilidade da metodologia em função dos resultados alcançados.

Palavras-chave: Design Thinking; Aprendizagem Ativa; Plataforma Online

The use of Design Thinking to promote the adoption of sustainable practices in Basic and Secondary Schools

Abstract: The sustainability issue has raised a lot of attention throughout the World as the consequences of the over-exploitation of natural resources are, more and more, visible. Students must be educated about these issues so that they become active and aware citizens. However, to effectively develop the required competences, active learning processes must be adopted. The DT4S methodology was designed precisely to promote active learning through Design Thinking supported by an online web platform that motivates and educates students for sustainability and environmental protection. The results of preliminary experiences conducted with students from two Portuguese schools clearly showed the validity of the methodology.

Keywords: Design Thinking; Active Learning; Online Platform

1. Introdução

A questão da sustentabilidade tem recebido muita atenção em todo o mundo em face das consequências visíveis da sobre-exploração de recursos naturais e das consequentes alterações climáticas (Lampert, 2019). As Nações Unidas criaram uma lista de 17 objetivos de desenvolvimento sustentável até 2030 que visa combater a pobreza, a desigualdade e a injustiça e minimizar as alterações climáticas (UN, 2015). Muitos destes objetivos enfatizam a importância da educação para o seu cumprimento: por exemplo, o objetivo 4.7 afirma que "até 2030, deve ser garantido que todos os alunos adquirem os conhecimentos e competências necessários para promover o desenvolvimento sustentável e um estilo de vida sustentável, o respeito pelos direitos humanos e a igualdade de género, a promoção de uma cultura de paz e não-violência, a cidadania global e a valorização da diversidade cultural e do contributo da cultura para o desenvolvimento sustentável".

No entanto, para desenvolver efetivamente estas competências é necessário adotar processos de aprendizagem ativa, centrados no aluno (Caeiro-Rodriguez, 2021). A aprendizagem ativa ajuda a construir conhecimentos que são assimiláveis e que podem ser transferidos para o mundo real através de atividades que desafiam os alunos a projetar e inovar e promovendo a ligação entre a educação e o mundo do trabalho (Vaz de Carvalho, 2019). A colaboração e o trabalho em grupo, a aprendizagem baseada em problemas ou projetos, os jogos ou simulações educativas são exemplos de atividades pedagógicas que promovem a aprendizagem ativa (Bauters, 2021) (Moura, 2021).

O Design Thinking (DT) é um processo de conceção/desenho não linear e iterativo que procura compreender os utilizadores, desafiar pressupostos, redefinir problemas e criar soluções inovadoras (Damm, 2022). A metodologia consiste em 5 fases:

- Fase 1 - Empatia: A primeira fase permite que os designers obtenham uma compreensão empática do problema em questão, tipicamente através do contato com os utilizadores. A empatia é crucial para um processo de design centrado no ser humano porque permite que os designers coloquem de lado as suas próprias assunções e obtenham uma visão real dos utilizadores e das suas necessidades.
- Fase 2 - Definição: Nesta fase os designers compilam a informação recolhida e criada durante a fase anterior, analisam as suas observações e sintetizam-nas para definir de forma mais próxima os problemas fundamentais que devem ser abordados.
- Fase 3 – Ideação: Os designers estão agora prontos para gerar soluções. O conhecimento adquirido nas duas primeiras fases permite que comecem a "pensar fora da caixa", procurando formas alternativas de ver o problema e identificando soluções inovadoras.
- Fase 4 - Protótipo: Trata-se de uma fase experimental em que o objetivo é identificar a melhor solução possível para cada um dos problemas identificados durante as três primeiras fases. As equipas de design produzem uma série de versões baratas e parciais do produto/solução sob a forma de protótipos que serão testados pelos utilizadores.
- Fase 5 - Teste: Os designers ou os avaliadores testam rigorosamente o produto completo, envolvendo os utilizadores. Embora sendo a fase final do modelo, num processo iterativo como o DT os resultados obtidos são frequentemente usados para redefinir melhor um ou mais dos problemas. Os designers podem

então optar por voltar às fases anteriores do processo para fazer mais alterações e refinamentos.

Sendo originalmente usada no desenho de novos produtos, a aplicação da metodologia de Design Thinking a processos educativos facilita a aprendizagem ativa. Em particular, destaca-se por colocar os alunos em contato com problemas reais e porque as competências adquiridas podem ser usadas futuramente em contextos pessoais e/ou profissionais.

Neste artigo começamos por fazer uma breve apresentação da metodologia e platforma DT4S, criadas precisamente para sustentar a aprendizagem ativa de uma forma atrativa e motivadora. Depois apresentamos dois exemplos de utilização das mesmas em Portugal, ao nível do Ensino Básico e Secundário, fazendo ainda uma análise dos resultados obtidos.

2. A metodologia DT4S – Design Thinking for Sustainability

A metodologia de aprendizagem DT4S foi idealizada no decorrer do projeto Europeu homónimo que reuniu parceiros de Portugal, Grécia, Estónia, Roménia, Turquia e Espanha. O seu desenho foi orientado por um conjunto de contatos com skakeholders da área da educação e em que se analisou a situação atual no Ensino Básico e Secundário (políticas, estratégias, iniciativas e boas práticas), identificaram-se as competências para a sustentabilidade que os alunos deveriam ter e as suas necessidades em termos de adoção de métodos de aprendizagem ativa. Fez-se igualmente uma análise das competências que os professores deveriam possuir para integrar estas metodologias na sua prática letiva e procedeu-se ainda à compilação de recursos digitais que pudessem suportar ou orientar o desenvolvimento das ferramentas digitais necessárias para implementar a metodologia D4TS.

A metodologia D4TS é suportada por uma plataforma online criada especificamente para o projeto e destina-se essencialmente a apoiar os alunos do ensino Básico e Secundário, tornando-os jovens civicamente ativos pelas competências de sustentabilidade desenvolvidas. Também os professores são beneficiados por serem capazes de integrar tecnologias emergentes nas suas práticas educativas abrindo novas vias de crescimento pessoal e profissional, indo ao encontro do preconizado no Quadro Europeu de Competências Digitais para Educadores (Lucas & Moreira, 2018), ao salientar a urgência dos professores adquirirem um conjunto de competências digitais específicas de modo a serem capazes de aproveitar o potencial das tecnologias digitais para melhorar e inovar a educação.

O projeto, indiretamente, também aponta a outros grupos-alvo como os gestores e decisores do ensino, as próprias Escolas e o público em geral, alertando-os e motivando-os para a modernização da prática educativa, a promoção da literacia digital e as questões ambientais e de sustentabilidade.

A metodologia DT4S foi assim desenhada no sentido de desenvolver nos alunos o seguinte conjunto de competências:

- Capacidade de resolução de problemas: Na base de um processo de Design Thinking está um problema e a procura de soluções que o resolvam. O método

propõe uma forma organizada de o conseguir que recorre à análise crítica, à síntese e a outras formas de pensar para alcançar as soluções potenciais. Auxiliarmente conduz ao desenvolvimento de autoconfiança, independência, resiliência, perseverança e competências de tomada de decisão.

- Aprender a Aprender: Aprender a aprender significa melhorar a consciência dos alunos sobre as suas próprias necessidades de aprendizagem, observar o seu processo de aprendizagem, tomar consciência do seu sucesso ou fracasso e da sua capacidade de ultrapassar obstáculos no processo de aprendizagem. Isto vai melhorar a sua capacidade de pesquisar, testar e receber informação e de a avaliar.
- Liderança, trabalho em equipa, colaboração: Problemas difíceis podem ser resolvidos mais facilmente graças à colaboração entre pessoas com diferentes experiências, conhecimentos e competências. Para conseguir esta cooperação, os alunos precisam de saber comunicar bem, de compreender as perspetivas e necessidades dos outros, de melhorar a sua capacidade de distribuir tarefas.
- Criatividade: O DT proporciona uma motivação constante para reforçar a criatividade dos alunos. Os alunos têm de enfrentar a situação problemática, envolver-se nela, criar alternativas de soluções e testá-las. Precisam de conseguir pensar lateralmente com uma perspetiva ampla e sendo inovadores.
- Flexibilidade: A adaptabilidade das ideias é um aspeto importante do DT uma vez que é necessária flexibilidade para compreender as diferentes pessoas e as suas perspetivas e comunicar com elas. Os alunos precisam de ser capazes de ajustar o seu pensamento, abrir-se a novas experiências e tolerar mudanças.
- Consciência Social e Cultural: Os alunos precisam de ser membros empáticos e ativos da sociedade para que possam fornecer soluções para questões ambientais, de sustentabilidade, sociais, etc. O DT baseia-se numa abordagem interdisciplinar onde a diversidade é promovida. Os alunos precisam de criar um ambiente de inclusividade, compreender as necessidades de diferentes culturas e de estar atentos às diferenças e problemas sociais e culturais.

Relativamente aos professores, também foram identificadas as competências necessárias para que possam integrar a metodologia DT4S nos seus processos de ensino:

- Competências de promoção da aprendizagem ativa: os professores devem ser capazes de desenhar e integrar processos de aprendizagem ativa nas suas salas de aula. A metodologia DT4S promove competências práticas para que o consigam fazer.
- Capacidade de integrar os conceitos de sustentabilidade e de práticas sustentáveis nas práticas educativas: os professores devem ser capazes de preparar melhor os alunos para um ambiente global em que os objetivos de sustentabilidade são fundamentais para um crescimento inclusivo e ambientalmente responsável. Devem ser capazes de mostrar que a educação para a sustentabilidade pode ser divertida, envolvente e motivadora para os alunos e que lhes irá permitir contribuir com a sua visão para um futuro sustentável.
- Capacidade de perceber os benefícios da integração das tecnologias digitais na educação: a utilização de tecnologias digitais no contexto educativo permite que os alunos aprendam de uma forma mais ativa e motivadora e promove entre os alunos a capacidade de aprendizagem ao longo da vida. As tecnologias digitais

acrescentam valor ao ensino e à aprendizagem, potenciam a eficácia da educação através da experimentação, de experiências de aprendizagem interativas e de ciclos de feedback que promovem o envolvimento dos alunos.

- Capacidade de enriquecer conteúdos e atividades educativas: a relevância das atividades educativas é um aspeto fundamental que motiva a aprendizagem dos alunos quando lhes permite relacionar o tema do curso com o mundo que os rodeia. Os professores devem ter a capacidade de demonstrar aos alunos que o que estão a aprender pode ser aplicado na sua vida real.
- Capacidade de autorrealização e desenvolvimento da carreira: a satisfação na carreira é importante, pois é um fator motivador para que os professores se mantenham ativos na sua profissão e se esforcem por enriquecer as suas competências letivas. A construção de conhecimentos profissionais ao longo das suas carreiras é fundamental para a progressão da carreira dos professores. Tarfif (2014) fala dos saberes profissionais dos professores como sendo plurais e heterogéneos, ligados a conhecimentos e manifestações do saber-fazer e do saber-estar diversificados e provenientes de fontes variadas. Nóvoa (2019, p.201) refere igualmente a "necessidade de construir ambientes propícios ao processo de aprendizagem e socialização profissional". A educação para o desenvolvimento sustentável capacita todos os intervenientes a tomar decisões informadas e ações responsáveis pela integridade ambiental, a criar uma sociedade justa para as gerações atuais e futuras e a alcançar o seu propósito transformando a sociedade. Os professores sentir-se-ão, assim, elementos de mudança.

2.1. A plataforma digital de aprendizagem DT4S

A metodologia de aprendizagem ativa DT4S é apoiada através de uma plataforma digital online acessível a partir de computadores fixos ou sistemas móveis. A plataforma DT4S foi concebida para apoiar os professores e alunos no seu trabalho em questões relacionadas com a sustentabilidade. Na base do conceito está a convicção que a experiência de educação multidimensional interativa que as tecnologias digitais possibilitam pode inspirar e incentivar os alunos, proporcionando-lhes oportunidades para reunirem conhecimentos, explorarem ideias e expressarem-se, em qualquer lugar e momento, utilizando canais e ferramentas que se adequam às suas modalidades de aprendizagem preferidas.

O elemento básico da plataforma DT4S é a atividade que tem como base um determinado problema que é tratado pelos alunos seguindo a metodologia Design Thinking. Cada atividade pode ser composta por 1 a 14 etapas diferentes, cada uma delas com ferramentas de comunicação que ajudam os alunos a recolher dados e comunicar ideias, ou seja, é um espaço virtual onde os alunos podem interagir. Nesse espaço os alunos podem criar notas (com texto, imagens e vídeos) num quadro virtual e comunicar através de um chat. Em qualquer momento podem pedir a ajuda do professor ou a contribuição dos outros colegas. No final de um passo podem pedir ao professor que valide o seu trabalho antes de passar à etapa seguinte.

As atividades podem ser criadas pelos professores como privadas e, portanto, só vistas por si próprios, ou públicas, visíveis a qualquer outro professor que utilize a plataforma

DT4S. Um professor pode duplicar as atividades públicas a fim de as reutilizar. Uma vez duplicada, uma atividade pública torna-se essencialmente idêntica a uma privada e pode ser editada e modificada à vontade pelo professor.

Para colocar uma determinada atividade na sala de aula, os professores criam cursos. Um curso é essencialmente um grupo de atividades que foram colocadas num espaço comum para serem utilizáveis por grupos de estudantes. Cada equipa abordará apenas uma atividade e os alunos só podem fazer parte de uma equipa de cada vez. Cada curso tem associado um código único, fornecido ao professor quando o curso é criado pela primeira vez. O código é então dado aos alunos e cada um deles irá inscrever-se no curso utilizando esse código. Isto evita qualquer trabalho de gestão do professor, como ter de autorizar manualmente todos os alunos, um a um, no seu curso. Como visto atrás, é necessário criar uma conta para usar a plataforma DT4S, mas a sua criação é muito simples não sendo necessárias informações pessoais do utilizador. No momento do registo, os professores poderão criar uma conta específica com mais permissões graças a um código especial que lhes é dado.

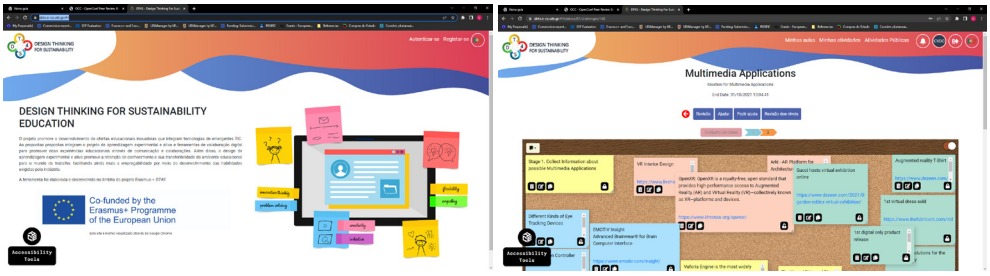


Figura 1 – A platforma D4TS (disponível em https://dt4s.e-ce.uth.gr/)

3. Implementação em Portugal da metodologia DT4S

A plataforma DT4S foi testada em Portugal, permitindo, desta forma, avaliar o impacto e a importância que a metodologia de Design Thinking pode assumir, tanto para os docentes como para os estudantes. As atividades de teste decorreram durante um mês e foram conduzidas, em paralelo, em duas instituições de ensino portuguesas (a primeira pública e a segunda privada) - na Escola Secundária Carlos Amarante (Braga) e no Colégio Internato Claret (Gaia). A condução das atividades foi levada a cabo por duas professoras, uma por cada instituição de ensino, com *backgrounds* de formação distintos, sendo uma docente da área de humanidades e outra da de ciência informática. Ambas contavam com uma assinalável experiência de ensino, lecionando há mais de 20 anos, e aplicando frequentemente diversas metodologias de aprendizagem ativa nas suas aulas. Já no que diz respeito à amostra discente envolvida na testagem da plataforma DT4S, incidiu num total de 40 alunos. A maioria dos estudantes envolvidos na atividade (66,7%) pertencia ao sexo feminino e tinham uma idade compreendida entre os 12 e os 18 anos, com a maioria a situar-se na faixa etária dos 12 aos 14 anos (61,5%). Tendo em consideração a idade dos discentes, o nível de escolaridade abrangido variava entre o ensino básico (64,1%) e o ensino secundário (35,9%).

As atividades conduzidas versaram sobre dois tópicos, a Herança Cultural (ensino secundário) e os Jovens e a Reciclagem (ensino básico). Cada uma das professoras optou por duplicar atividades públicas e adaptar o seu conteúdo de acordo com os objetivos de aprendizagem que pretendiam atingir com os seus alunos. As duas atividades respeitaram todas as etapas da metodologia DT: Empatia, Definição, Ideação, Protótipo e Teste. Para além disto, ambas as docentes optaram pela mesma abordagem em termos de divisão de grupos de trabalho, mais concretamente, escolheram dividir as suas turmas em grupos de trabalho de dois alunos. Desta forma, conseguiram proporcionar um acompanhamento mais personalizado a cada estudante e avaliar o seu progresso.

O principal objetivo da atividade "Herança Cultural e os Jovens" consistiu em sensibilizar os jovens e aprofundar os seus conhecimentos sobre o património cultural e como o preservar. Desta forma, cada grupo de trabalho teve de selecionar um monumento da sua cidade e, com base no mesmo, desenvolver as várias tarefas propostas em cada fase DT. Os estudantes receberam o acompanhamento permanente da docente, podendo esclarecer dúvidas diretamente na plataforma, através do menu existente para o efeito. Aquando do término da atividade proposta, os grupos de trabalho foram convidados a apresentar oralmente os seus trabalhos, recebendo, assim, o feedback da professora e dos outros colegas.

A atividade sobre reciclagem intitulada "1,2,3 Reciclar" teve como principal objetivo estimular os alunos a apresentar informação sobre o problema dos resíduos e justificar o uso de reciclagem como solução para o mesmo. Os estudantes tiveram de discutir a problemática com os respetivos colegas do grupo de trabalho e, em seguida, definir o conceito de reciclagem, refletir sobre a sua participação ativa no processo de reciclagem e explicar o seu conhecimento sobre a regra dos 3 R's. Posteriormente e, com base na informação recolhida, os grupos de trabalho criaram um guião que serviu de base para um vídeo explicando como reciclar corretamente. No final da atividade, os estudantes apresentaram os seus resultados, nomeadamente o guião que precedia a criação do vídeo, encorajando os seus colegas a reciclar, mencionando os benefícios desta prática assim como as consequências ambientais para os quais se deveriam consciencializar. As atividades decorreram durante um mês e foram divididas em várias aulas.

Para avaliar a experiência com a metodologia e plataforma DT4S foi distribuído um questionário pelos 40 alunos envolvidos neste teste, permitindo-nos assim perceber a sua satisfação com o modelo e ferramentas adotados.

3.1. Apresentação e Análise dos Resultados

O questionário de avaliação distribuído aos estudantes permitiu a recolha do *feedback* de 39 dos 40 alunos que participaram na fase de teste. O mesmo incluiu 16 questões, sendo que a maioria se relacionava com a avaliação da funcionalidade da plataforma e as restantes focavam a satisfação com as atividades e metodologia utilizadas, assim como dificuldades encontradas.

A maioria dos estudantes considerou que a plataforma DT4S está bem desenvolvida, é bastante funcional e de fácil utilização. Numa escala de 1 a 5, onde 1 significava "discordo completamente" e 5 "concordo completamente", os alunos foram convidados a responder a várias questões: "consegui registar-me facilmente na plataforma" (Figura 2),

"considero que a plataforma DT4S funciona sem problemas" (Figura 3), "a organização da informação na plataforma e no ecrã estava apresentada de forma clara e intuitiva" (Figura 4), "considero que a maioria dos/das estudantes pode aprender a utilizar esta plataforma rapidamente (Figura 5)".

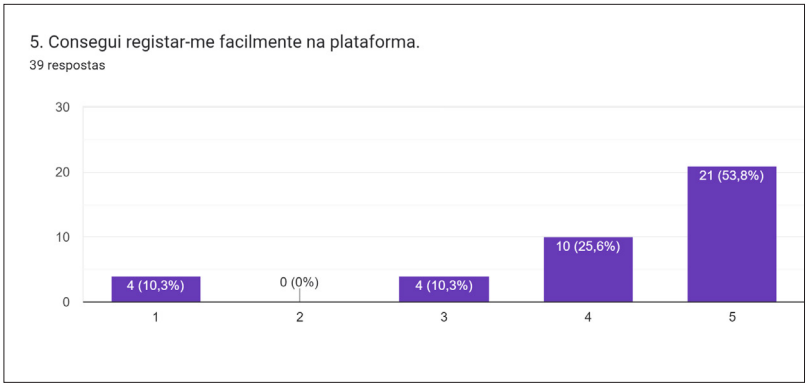


Figura 2 – Avaliação da facilidade de registo na plataforma.

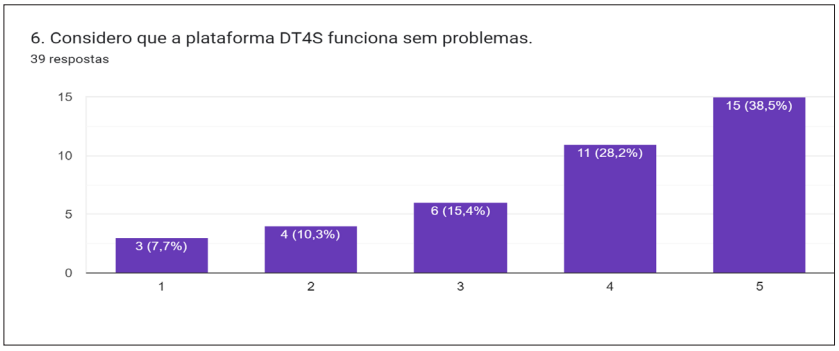


Figura 3 – Avaliação do funcionamento da plataforma.

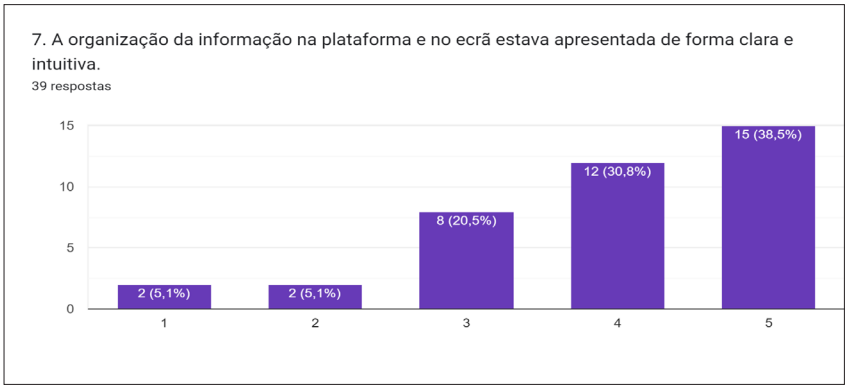


Figura 4 – Avaliação da organização da informação na plataforma e no ecrã.

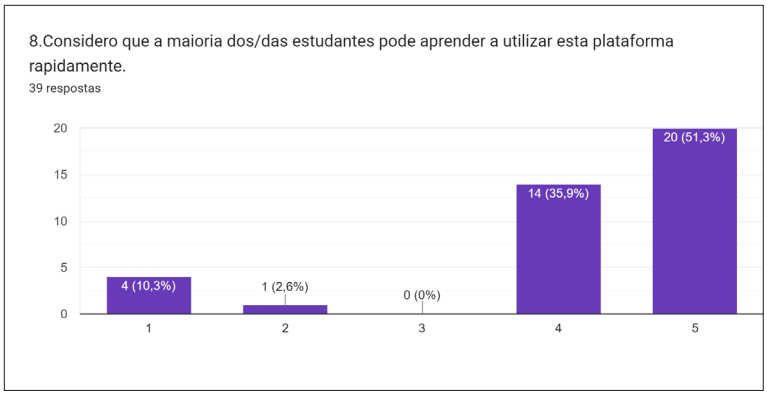


Figura 5 – Avaliação da facilidade de aprendizagem de uso da plataforma.

O balanço foi bastante positivo, tendo a maioria dos estudantes optado por concordar com as afirmações na totalidade (níveis 4 e 5), conforme demonstram as figuras acima.

Os alunos tiveram ainda de avaliar a plataforma em termos de facilidade de utilização, eficiência, inovação e aparência visual e interação, escolhendo, de entre as opções de resposta: "muito insatisfeito", "insatisfeito", "indiferente", "satisfeito" e "muito satisfeito". Conforme demonstrado pela figura 6, a maioria dos alunos demonstrou-se, na generalidade, "satisfeito" com a facilidade e inovação da plataforma e "muito satisfeito" com a eficiência e aparência visual e interação da mesma. Ainda assim, é pertinente mencionar que o indicador "facilidade na utilização" motivou a insatisfação de cerca de 5 alunos, embora o número não seja significativo, quando comparado com os dados globais.

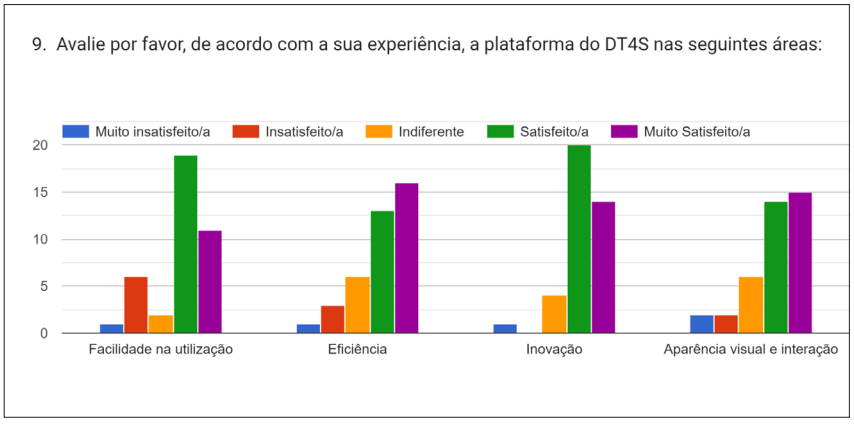


Figura 6 – Avaliação da experiência com a plataforma DT4S.

Um dos principais pontos de discórdia e que motivou maior discrepância no feedback recolhido diz respeito ao tempo de investimento necessário na utilização da plataforma.

Numa escala de 1 a 5, onde 1 significava “discordo completamente” e 5 “concordo completamente”, 33,3% dos alunos escolheu o nível 3 e 4 de concordância com a afirmação, respetivamente. Já 15,4% dos alunos discordaram completamente da afirmação, optando por selecionar o nível 1 (15,4%) e 2 (7,7%), conforme demonstrado na figura 7.

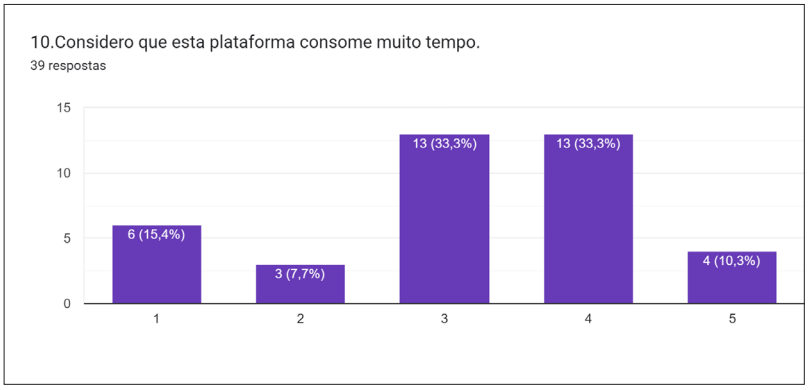


Figura 7 – Avaliação do tempo que a plataforma DT4S exige

Para além da funcionalidade, os alunos avaliaram ainda positivamente as atividades realizadas, considerando-as interessantes. Cerca de 48,7% dos alunos escolheu o nível 5, concordando completamente com a afirmação “as atividades são interessantes e gostei de trabalhar nelas” (Figura 8). Estes dados podem ser considerados bastante bons, sobretudo quando em comparação com a percentagem de 12,8% de jovens que discorda completamente da afirmação.

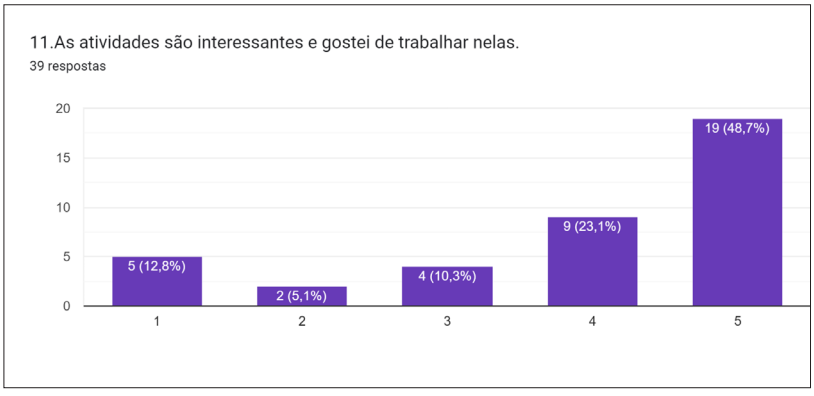


Figura 8 – Avaliação do interesse das atividades

O nível de satisfação é ainda mais evidente na avaliação dos alunos às plataformas digitais, tendo a maioria (69,2%) considerado que as mesmas são uma mais-valia para as aulas (Figura 9) e que este tipo de ferramentas torna a aprendizagem mais divertida (Figura 10).

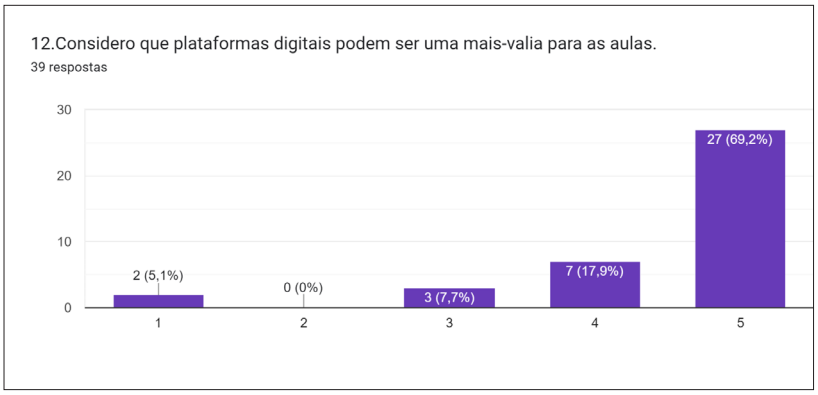


Figura 9 – Avaliação da importância das plataformas digitais no ensino.

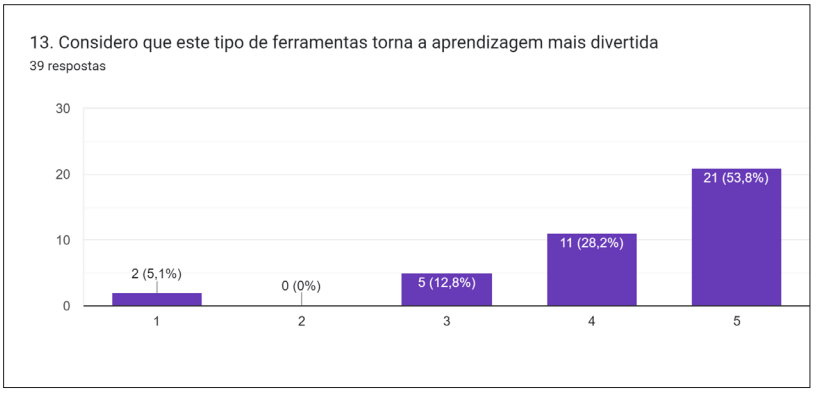


Figura 10 – Avaliação da apredizagem com este tipo de ferramentas

Por último, os alunos tiveram oportunidade de responder a perguntas abertas sobre o que mais apreciaram na plataforma, mencionando também as dificuldades encontradas ou sugerindo melhorias que gostariam que fossem feitas à plataforma DT4S. Os principais aspetos positivos mencionados foram os seguintes:

- **facilidade de aprendizagem**: "Gostei do facto de ser bastante fácil a utilização mas às vezes tem alguns problemas"; "a facilidade de aprendizagem"
- **originalidade:** "O que mais me agradou na plataforma foi a parte estética"; "Gostei da plataforma do DTS4 porque é algo inovador e que nos ajudou a planear o trabalho visto que o realizamos por etapas"; "Gostei imenso de usar a plataforma porque é diferente de todas as que já usei e é muito fácil de utilizar"
- **criatividade na execução das atividades:** "As atividades desenvolvidas"; o que mais me despertou a atenção nesta plataforma foi a originalidade e criatividade de como a podemos utilizar"; "O que mais gostei foi o facto de ser uma forma mais divertida de aprender e conscientizar os alunos sobre a

reciclagem"; "Do que mais gostei foi da forma de aprender. Assim os alunos conseguem aprender e divertir-se."

- **organização**: "facilidade de organizar as ideias que temos para o trabalho"; A apresentação da plataforma, em conjunto com a inovação, tornando esta uma plataforma diferente, é uma mais valia para os utilizadores, assim também como a organização e fácil utilização da mesma"; "Gostei muito da ideia dos post-its"; "Gostei de como a plataforma funciona assim como a organização"; "a organização e as definições"

Por outro lado, entre os aspetos negativos, as principais dificuldades encontradas, incidiram sobretudo:

- **no registo inicial na plataforma**: "É muito confuso para fazer login. Nunca consegui fazer, tive de criar uma conta nova e não fechar a plataforma nunca"; "dificuldade a entrar".
- **na impossibilidade/dificuldade em adicionar vídeos e imagens ao painel:** "O que menos gostei na plataforma do DT4S foi o facto de não dizer como adicionar imagens"; "acho que poderia ser mais fácil de colocar imagens e vídeos."

Já no que concerne às dificuldades encontradas na utilização desta ferramenta educativa, os alunos mencionaram sobretudo as dificuldades no registo ("Registar na aplicação", "criar a conta") ou no acesso à plataforma ("a sua entrada no site"; "a entrada na plataforma").

Por último, os estudantes consideraram ainda que seria interessante e útil para a plataforma incluir alguns jogos educativos e interativos, como forma de complementar as atividades ("jogos interativos", "mais jogos interativos"; "mais jogos interativos para os alunos"; "jogos informáticos", "jogos mais divertidos da reciclagem"; "jogos").

4. Conclusões

A questão da sustentabilidade tem recebido muita atenção em todo o mundo em face das consequências visíveis da sobre-exploração de recursos naturais e das consequentes alterações climáticas. A educação dos alunos para estes desafios é fundamental para gerar cidadãos conscientes e ativos relativamente à sustentabilidade. No entanto, para desenvolver efetivamente estas competências é necessário adotar processos de aprendizagem ativa, centrados no aluno. A aprendizagem ativa ajuda a construir conhecimentos que são assimiláveis e que podem ser transferidos para o mundo real através de atividades que desafiam os alunos a projetar e inovar, promovendo a ligação entre a educação e o mundo do trabalho. A colaboração e o trabalho em grupo, a aprendizagem baseada em problemas ou projetos, os jogos ou simulações educativas são exemplos de atividades pedagógicas que promovem a aprendizagem ativa.

A metodologia DT4S visa promover precisamente a aprendizagem ativa através da aplicação de um processo de Design Thinking suportado por uma plataforma online que motive os alunos para a aprendizagem e para as questões de sustentabilidade. A plataforma DT4S foi concebida para apoiar os professores e alunos no seu trabalho em questões relacionadas com a sustentabilidade. Na base do conceito está a convicção

que a experiência de educação multidimensional interativa que as tecnologias digitais possibilitam pode inspirar e incentivar os alunos, proporcionando-lhes oportunidades para reunirem conhecimentos, explorarem ideias e expressarem-se, em qualquer lugar e momento, utilizando canais e ferramentas que se adequam às suas modalidades de aprendizagem preferidas.

A experiência realizada com dois conjuntos de alunos portugueses demonstrou claramente a viabilidade da metodologia em função dos resultados alcançados. Em geral, os alunos consideraram que era fácil aprender a trabalhar com a plataforma e que a organização da informação na plataforma era clara e intuitiva. A maioria dos alunos demonstrou-se "satisfeito" com a facilidade e inovação da plataforma e "muito satisfeito" com a eficiência e aparência visual e interação da mesma. A apresentação das atividades e conceitos desta forma foi igualmente considerada muito positiva. Assim, a utilização da plataforma e da metodologia DT4S parece corresponder da melhor forma às necessidades e vontades dos alunos. No futuro pretende-se melhorar a plataforma através da criação de um conjunto de templates que permita facilmente gerar novas atividades estruturadas para outras metodologias pedagógicas ativas como a aprendizagem baseada em projectos ou problemas.

Referências

Bauters, M., Vaz de Carvalho, C. (2021). Technology to Support Active Learning in Higher Education, in Student-Centered Approaches. Vaz de Carvalho, C, Bauters, M. (eds). Lecture Notes in Educational Technology. Springer.

Caeiro-Rodríguez, M., Manso-Vázquez, M., Mikic-Fonte, M., Llamas-Nistal, M., Fernández-Iglesias, M.J., Tsalapatas, H., Heidmann, O., Vaz De Carvalho, C., Jesmin, T., Terasmaa, J., Sørensen, L.T. (2021). Teaching Soft Skills in Engineering Education: An European Perspective. IEEE Access 9, 29222-29242

Damm, R.F., Siang, T.Y. (2022). What is Design Thinking and Why Is It So Popular?, Interaction Design Foundation, https://www.interaction-design.org/literature/article/what-is-design-thinking-and-why-is-it-so-popular

Lampert, A. (2019). Over-exploitation of natural resources is followed by inevitable declines in economic growth and discount rate. Nature Communications. 10. 10.1038/s41467-019-09246-2.

Lucas, M., & Moreira, A. (2018). DigCompEdu: quadro europeu de competência digital para educadores. Aveiro: UA.

Moura, A. (2021). Estratégias de aprendizagem ativa para a flexibilidade curricular na era digital. In Vilela, Ana Paula, Flexibilidade e interações educativas para rumos (des)iguais: Um olhar longitudinal até aos tempos de pandemia (Tomo I - Conceções e Reflexões). Braga: Centro de Formação Braga Sul - Cadernos, Escola e Formação, pp. 175-186.

Novoa, A. (2019). Entre a Formação e a Profissão: ensaios sobre o modo como nos tornamos professores. Currículo sem Fronteiras, (1), pp. 198-208.

Tardif, M. (2014). Saberes docentes e formação profissional. 17. ed. Petropolis, RJ: Vozes.

UN (2015). *The 17 goals: Sustainable Development*. United Nations. https://sdgs.un.org/goals

Vaz de Carvalho, C., Durão, R., Llamas-Nistal, M., Caeiro Rodriguez, M., Heidmann, O., Tsalapatas, H. (2019). Development of Professional Competences in Higher Education through Active Learning. 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)

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

Recebido/Submission: 15/11/2022
Aceitação/Acceptance: 23/02/2023

Recuperación de información en IoT basada en ontologías de dominio

Diana Suárez López[1], José María Álvarez Rodríguez[2]

100394339@alumos.uc3m.es; josemaria.alvarez@uc3m.es

Universidad Carlos iii de Madrid, Madrid, España.

Pages: 231-239

Resumen: Los repositorios científicos almacenan cantidades de documentos publicados con información útil para la comunidad, por lo que recuperar información de manera manual es casi imposible, y la extracción automática de los contenidos es cada día un reto ya que la mayor parte de los documentos no están estructurados. Este trabajo proponemos la construcción de una ontología de dominio en Internet de las cosas, que permita optimizar la recuperación de la información en documentos científicos, utilizando técnicas de procesamiento lenguaje natural basado en ontologías, dando como resultados una relevancia y precisión más eficiente que otros métodos.

Palabras-clave: ontologías, procesamiento de lenguaje natural, Internet de las cosas, recuperación de información, elasticsearch

Information retrieval IoT based on domain ontologies

Abstract: Scientific repositories storages a big amount of published documents with useful information for the community, that is why retrieving information manually is almost impossible, and the automatic extraction of content is a daily challenge since most of the documents are not structured. In this research we have proposed the construction of a domain ontology in the Internet of things, which allows the optimization of the information retrieval in scientific documents, using natural language processing techniques based on ontologies, giving as a result more efficient relevance and precision than other methods.

Keywords: Ontology, information retrieval, natural languaje process, Internet of Things, Elasticsearch

1. Introducción

A lo largo de los años se han hecho muchos estudios acerca del papel que juegan las ontología en el proceso de recuperación de la información, por lo que existen diferentes herramientas, métodos y técnicas que permiten mostrar mejores resultados así como los documentos que contienen los conceptos ontológicos dentro del dominio y que es de vital importancia mantener una relación de sinonimia y parentesco (Zhou et al.,

2021). Sin embargo, existe la posibilidad de generar altas tasas de falsos positivos y falsos negativos (Jaramillo-Valbuena, Duque-Arango, & Pulgarín-Giraldo, 2020.), de tal forma que pueden tener o no significado para los usuarios.

Una ontología puede ser definida como una forma de representación del conocimiento a nivel conceptual de un ámbito específico, que busca compartir, reutilizar e intercambiar el conocimiento del dominio (Kakad & Dhage, 2021) en ese sentido; la ontología, define aquella relación que existe entre el vocabulario básico y los conceptos de un dominio que permiten extender dicha terminología dándole un sentido más general y contextualizando a la representación del conocimiento (Sithole & Marshall, 2019); por lo que las ontologías constituyen uno de los métodos más eficientes para la representación formal del conocimiento, teniendo en cuenta la consulta del usuario, el análisis y la coincidencia entre dicha consulta y la ontología (Liu & Li, 2018); es por ello su nivel de complejidad supera a otros métodos en precisión y relevancia.

Las consultas basadas en ontologías de un dominio específico, permiten mejorar y aumentar la eficiencia (Rastogi et al., 2020) de la recuperación de documentos a partir de la incorporación de la semántica y que incluye el tratamiento de la consulta ingresada por el usuario; entonces los sistemas de recuperación de información podrán satisfacer la necesidad de la información de los usuarios realizada mediante una consulta en lenguaje formal, haciendo uso de un conjunto de palabras con la finalidad de buscar e identificar la información más relevante. Para realizar la búsqueda semántica se emplean buscadores semánticos en el cual los algoritmos entienden la necesidad del usuario y analizan la información disponible (Sala et al., 2018) basada en los términos de la consulta mediante sinónimos o palabras relacionadas; de tal manera que pueda buscar y analizar el significado haciendo uso de la ontología.

Este documento presenta una definición conceptual del Internet de las Cosas basada en una ontología que permitirá mejorar la búsqueda, realizar un análisis de similitud y recuperar información relevante, proporcionando la semántica necesaria para la ejecución del algoritmo. El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La sección II se encuentra el proceso de construcción y validación de la ontología. La sección III la configuración de las herramientas y el modelo implementado. La Sección IV los resultados obtenidos. Finalmente, las conclusiones en la sección V

2. Construcción de la Ontología

La construcción de la ontología se llevó a cabo en 4 fases:

1. Definición del dominio.
2. Construcción del vocabulario
3. Definición de las clases y propiedades
4. Implementación en Protegé.

En la la fig. 1, se observa el proceso para la elaboración del diccionario semántico; de igual forma la fig. 2 muestra la construcción de la ontología propuesta en Internet de las Cosas, para ello se tuvo en cuenta su arquitectura basada en las diferentes capas y sus características, también contiene la especificación del entorno de modelado del dominio, definiendo sus sintaxis y semántica (Bashir et al., 2020) la cual está fundamentada en

palabras claves relacionadas semánticamente, de acuerdo con (Kadir et al., 2018) la incorporación de la semántica en la recuperación de información mejora su efectividad al momento de recuperar y la falta de esta representa un desafío para el proceso. Para su construcción se utilizó el software Protegé ya que facilita la creación de conceptos, relaciones e instancias (Tanwar & Kumar Malik, 2018), además permite definir y validar las restricciones para mantener la validez de los datos (Ekaputra & Lin, 2016) y respaldar de manera efectiva las consultas, así como la recuperación eficiente y relevante de la información(Taduri et al., 2019).

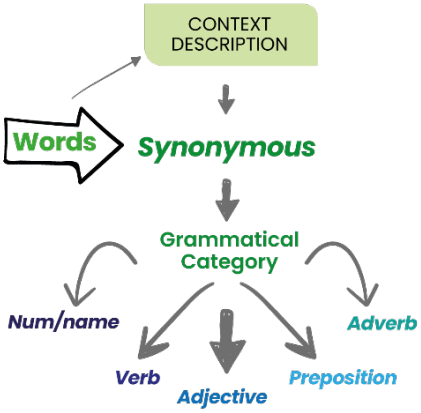


Figura 1 – proceso de construcción diccionario semantico

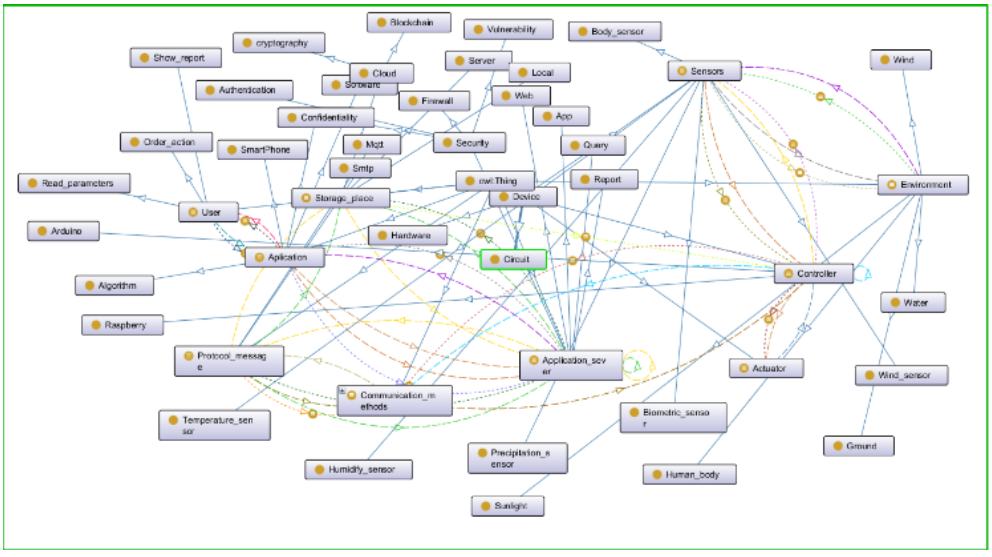


Figura 2 – Representación gráfica de la Ontología de IOT en Ontograph

3. Configuración

Se implementó la herramienta Elasticsearch, que es un motor de búsqueda y análisis para la recuperación de información de código abierto que facilita en gran medida múltiples opciones y configuraciones, así como operaciones de procesamiento de manera eficaz (Dhulavvagol et al., 2020); proporcionando servicios de recuperación estables y confiables en tiempo real(Yang et al., 2018), procesamiento de flujo de documentos e indexación a alta velocidad (Shah et al., 2022); para ello se utilizaron índices invertidos como técnica de fragmentación dado que es altamente escalable realizando las búsquedas con mayor velocidad mediante una arquitectura distribuida.

De acuerdo a lo anterior, ElasticSearch maneja una búsqueda distribuida lo cual se traduce en una colección de documentos divididos en fragmentos que permite finalmente almacenar documentos relevantes previas a la consulta. Una vez se realiza la búsqueda dichos fragmentos reciben un Score que finalmente es lo que proporciona la relevancia del documento.

Teniendo en cuenta lo anterior se define el proceso de indexación y recuperación, para ello se implementaron las siguientes fases:

Configuración: en esta fase se seleccionaron las diferentes tecnologías, la cual cada una cumple una función específica para el proceso de recuperación de información

- Docker: permitió virtualizar y mantener todas aquellas tecnologías en una sola instancia como Kibana, Elasticsearch, NodeJS y NextJS
- NodeJS: Con esta tecnología se construyó una API RestFull, la cual se comunica con el frontend del servicio de ElasticSearch y hace llamados para así recuperar los documentos.
- NextJS: Proporciona un ambiente en el que se construye el frontend el cual recibe un string como búsqueda con el fin de realizar peticiones a la API RestFull.

Indezación y pipeline: Elasticsearch está enfocado al uso de índices, por lo que inicialmente se creó un índice en blanco que posteriomente se configuró con un pipeline, siendo este el procesador que ejecuta de manera secuencial procesos y que permite declarar cada una de los parámetros de búsqueda, con el fin de obtener mejores resultados. Para ello se utilizó la API construida que realizó las peticiones PUT al servicio de Elasticsearch, facilitando la creación tanto del índice como del pipeline; y de esta manera procesar los documentos antes de ser ingresados en Elasticsearch.

Ingesta de documentos: la ingesta de los documentos difiere a la ingesta de información plana debido a que Elasticsearch de manera nativa no soporta documentos PDF entre otros. Para poder llevar a cabo este proceso fue necesario convertir todos los documentos a un sistema binario y luego pasarlos a Elasticsearch para su posterior indezación. Este proceso se logra gracias a un plugin adicional llamado ingest-attachmente; este plugin permitió converitr a base64 los documentos PDF provenientes de las diferentes bases de datos científicas y así ser procesados por Elasticsearch.

Configuración de métodos de búsqueda: Elasticsearch proporcional un lenguaje dedicado a la búsqueda de información, dicho lenguaje basado en formato JSON permite definir cada uno de los parámetros de búsqueda, el lenguaje utilizado se denomina Query DSL,

el cual maneja diferentes tipos de cláusulas o métodos de búsqueda desde un match, match_query, match_phrase, entre otros.

Ontologia y PLN: Elastic por defecto no maneja un sistema de ontologías ni PLN, para ello lo compensa utilizando los sinónimos, tanto de forma lineal, en árbol o bilineal, al igual que filtros y analizadores. Por esta razón se adapta el árbol ontológico desarrollado con Protegé en sinónimos que son aceptados por Elastic; partiendo desde las ramas más profundas hasta las más externas. Para la implementación de la Sinonimia, Elastics utiliza analizadores y tokenizadores permite configurar los parámetros de búsquedas una vez creado el índice, para lo cual se implementan los siguientes analizadores:

Synonym_graph: Este analizador de tipo de sinónimos permitió ingresar la ontología antes mencionada y el PLN de cada uno de los dominios, creando un filtro de token gráfico.

Stemmer: Este analizador y filtro, se utilizó para buscar las raíces de las palabras ingresadas en el String de búsqueda, para poder ser buscado en el contenido del documento indexado.

StopWords: este filtro se implementó para eliminar los artículos y aquellas palabras que no aportan un significado ni contexto a la búsqueda como lo es, por ejemplo: de, para, el, ella, entre muchos otros.

3.1. Aplicativo web

Para este trabajo se diseñó una interfaz gráfica tal como se ve en la fig. 3 para facilitar al usuario las consultas; el aplicativo fue desarrollado en JavaScript tanto para el frontend como el backend; este último se conecta con la API de Elastic cloud.

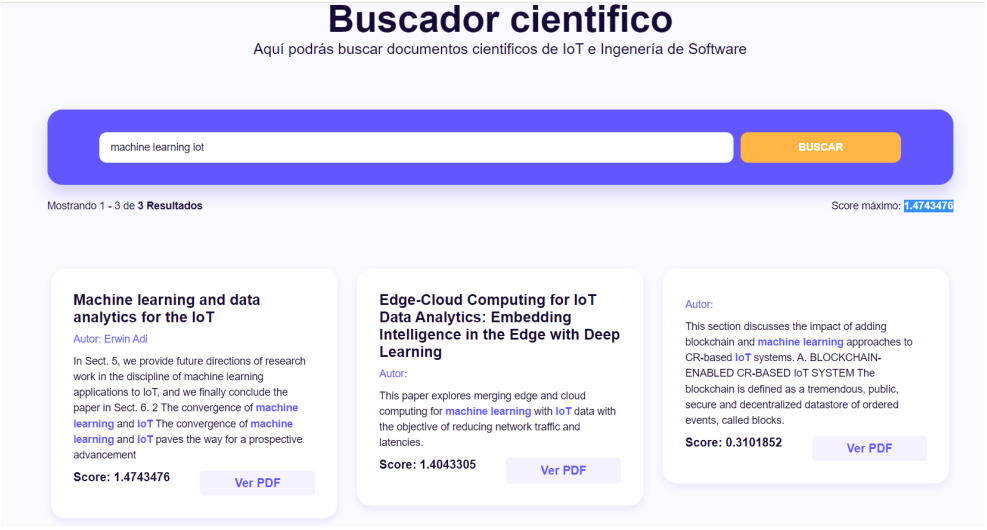


Figura 3 – Aplicativo web

En el buscador se observa que le usuario tiene la opción de ingresar la consulta en idioma inglés, el cual devuelve la cantidad de documentos recuperados y muestra los documentos ordenados de acuerdo al puntaje de relevancia.

3.2. Métricas de validación

En esta sección se describen las métricas (Mendieta et al., 2017) utilizadas para validar la solución:

Precisión: parte de la información recuperada que es relevante, esta se considera excelente si está por encima del 50%, bueno más de 30% y aceptable sobre el 20%.

Recall: se refiere a la exhaustividad sobre la cantidad de información relevante que se ha recuperado; esta se considera excelente si está por encima del 80%, bueno más de 70% y aceptable sobre el 60%.

F1: combina las métricas de precisión y recall en un solo valor.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1 = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

Donde

TP = Documentos relevantes recuperados

FP = Documentos recuperados no relevantes

FN= Documentos relevantes no recuperados

4. Resultado

Dentro de la experimentación realizada se llevaron a cabo 25 consultas utilizando el método de búsqueda basado en la ontología y el PLN configurados dentro del motor de Elasticsearch. Para ello se creó un set de 100 documentos científicos en formato PDF de diferentes fuentes de información, para este caso proveniente de bases de datos como ACM, IEEE Explore y Springer, los cuales fueron ingestados por Elasticsearch.

Consultas	Precisión	Recall	F1
Smart home IoT	0.75	0.50	0.6
Security system protocol	0.83	0.63	0.71
Protocol access control	0.75	0.67	0.71
Arduino base	0.50	0.50	0.50

Consultas	Precisión	Recall	F1
Standalone device to internet	1.0	0.50	0.67
Smart energy management	1.0	0.67	0.89
Global positioning system	1.0	0.63	0.91
IoT hardware service	0.50	0.50	0.50
Blockchain network IoT	0.43	0.59	0.50
Management protocol	0.67	0.67	0.67
Big data for iot	0.60	0.55	0.57
Sensor measurement	0.50	0.50	0.50
Industrial control system	0.50	0.40	0.44
Security and privacy data	0.67	0.67	0.67
Data analytics for IoT	1.0	0.72	1.0
Communication architecture for IoT	0.44	0.69	0.54
Information systems	1.0	0.63	0.77
Machine learning for iot	1.0	0.63	0.77
Biometric data authentication	1.0	0.50	0.67
Storage data management	1.0	0.50	0.67
Smart Agriculture	1.0	0.50	0.67
Remote IoT users	0.50	0.33	0.40
Wearable sensor	0.89	0.67	0.76
Secure IoT framework	0.57	0.57	0.56
Data Quality of service	1.0	0.80	0.94
Promedio	0.83	0.60	0.66

Tabla 1 – Validación de resultados

La tabla 1 presenta los resultados de las 25 consultas: En cuanto a la precisión es buena para 7 consultas (28%), excelente para 9 (36%), y perfecta (1,00) para 9 consultas. En general la métrica de precisión es excelente.

En el caso de la métrica de recall su promedio es aceptable, teniendo como resultado una consulta excelente y una buena, equivalentes al 8%, el resto de las 22 consultas fueron aceptables.

Finalmente, la métrica F1 obtuvo una consulta perfecta y 7 buenas.

5. Conclusiones

La efectividad de la recuperación de información se vio afectada por la calidad de los documentos que se encuentran en el repositorio y que provienen de diferentes fuentes de información (bases de datos), se encontraron artículos en que sus metadatos no

estaban completos, devolviendo así un documento defectuoso, convirtiéndose así en un problema para el sistema de recuperación.

Durante el proceso de indexación y recuperación se identificaron documentos buenos, regulares y malos, esto con respecto a la completitud de los metadatos originales que fueron detectados por el motor de ElasticSearch y que permiten procesar mejor los documentos.

El problema de la falta o ausencia de metadatos en los artículos científicos se da en casi todas las bases de datos en los cuales se encuentran indexados, por lo que se hace necesario prestar más atención a su ingreso o diligenciamiento correcto, para que el proceso de recuperación sea más eficiente.

Referencias

Bashir, M. R., Gill, A. Q., Beydoun, G., & Mccusker, B. (2020). Big Data Management and Analytics Metamodel for IoT-Enabled Smart Buildings. *IEEE Access,* 8, 169740-169758. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3024066.

Dhulavvagol, P. M., Bhajantri, V. H., & Totad, S. G. (2020). Performance Analysis of Distributed Processing System using Shard Selection Techniques on Elasticsearch. *Procedia Computer Science*, 167, 1626-1635. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.373

Ekaputra, F. J., & Lin, X. (2016). SHACL4P: SHACL Constraints validation within Protégé ontology editor. International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE), 1-6. https://doi.org/10.1109/ICODSE.2016.7936162.

Kadir, R. A., Yauri, A. R., & Azman, A. (2018). Automated Semantic Query Formulation for Document Retrieval. Fourth International Conference on Information Retrieval and Knowledge Management (CAMP), 1-8. https://doi.org/10.1109/INFRKM.2018.8464786

Kakad, S., & Dhage, S. (2021). Building Alumni Ontology to bridge Industry-Institute Gap using Protégé 5.5. 2nd International Conference for Emerging Technology (INCET), 1-6. https://doi.org/10.1109/INCET51464.2021.9456325

Liu, F., & Li, G. (2018). The Extension of Domain Ontology Based on Text Clustering. 2018 10th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), 01, 301-304. https://doi.org/10.1109/IHMSC.2018.00076

Jaramillo-Valbuena, S., Duque-Arango, J., Pulgarín-Giraldo, R. (2020) Sistema de recuperación de información apoyado en Web Semántica. *Revista Espacios,* 41 (15), 6

Mendieta, R., De la Vara, J. L., Llorens, J., & Álvarez-Rodríguez, J. M. (2017). Towards Effective SysML Model Reuse: Proceedings of the 5th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development, 536-541. https://doi.org/10.5220/0006267605360541

Rastogi, N., Verma, P., & Kumar, P. (2020). Evaluation of Information Retrieval Performance Metrics using Real Estate Ontology. Third International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), 102-106. https://doi.org/10.1109/ICSSIT48917.2020.9214285

Sala, H. V., Leyva, P. R., Febles, J. P., & Sentí, V. E. (2018). Procesamiento Semántico de información en Sistemas de Recuperación de Información. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 12(1), 15, 102-116.

Shah, N., Willick, D., & Mago, V. (2022). A framework for social media data analytics using Elasticsearch and Kibana. *Wireless Networks*, 28, 1179–1187, https://doi.org/10.1007/s11276-018-01896-2

Sithole, V., & Marshall, L. (2019). An Exposition of a Lightweight Domain-specific Ontology for the Interoperability of the Internet of Things Patterns. 2019 Open Innovations (OI), 8-14. https://doi.org/10.1109/OI.2019.8908168

Taduri, S., Law, K. H., Kesan, J. P., & Sriram, R. D. (2019). Utilization of Bio-Ontologies for Enhancing Patent Information Retrieval. IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 91-96. https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2019.10189

Tanwar, S., & Kumar Malik, S. (2018). Towards Blending Semantics with an Education Based Ontology Using Protege 5.2.0 A Revisit. 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science Engineering (Confluence), 733-738. https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2018.8442831

Yang, A., Zhu, S., Li, X., Yu, J., Wei, M., & Li, C. (2018). The research of policy big data retrieval and analysis based on elastic search. International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD), 43-46. https://doi.org/10.1109/ICAIBD.2018.8396164

Zhou, J., Song, X., Li, Y., Gao, Y., & Zhang, X. (2021). Building Real-Time Ontology Based on Adaptive Filter for Multi-Domain Knowledge Organization. IEEE Access, 9, 66486-66497. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3076833

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

Recebido/Submission: 13/12/2022
Aceitação/Acceptance: 07/03/2023

Aprendizagem Baseada em Soluções Efetivas

Paulo Matos[1,2], Rui Alves[3], José Gonçalves[1,2]

pmatos@ipb.pt; rui.alves@ipb.pt; goncalves@ipb.pt

[1] Research Centre in Digitalization and Intelligent Robotics (CeDRI), Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia 5300-253 Bragança, Portugal

[2.] Laboratório para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha (SusTEC), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253, Bragança, Portugal;

[3] Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

Pages: 240-255

Resumo: Os autores apresentam a Aprendizagem Baseada em Soluções Efetivas que deriva da Aprendizagem Baseada em Projeto, mas aplicada a problemas reais com objetivo de contruir soluções efetivas. A enfase é colocada na efetividade no pressuposto que incentiva a um maior envolvimento e comprometimento por parte dos alunos, assegurando um contexto que se pretende mais aliciante e próximo do que será a realidade profissional dos alunos. A efetividade é aferida pelas funcionalidades consideradas essenciais à plena utilização e resolução do problema, mas também pela viabilidade da aplicação ser efetivamente utilizada, sem que seja necessário a continuidade do envolvimento dos alunos. As evidências empíricas apontam um claro aumento da aquisição de competências, do número de aprovados e das classificações. Permitiu também definir um posicionamento estratégico de cooperação com a comunidade envolvente, em que todas as partes beneficiam (formandos, docentes, instituição de ensino, entidades locais e regionais e empregadores).

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projeto; Programação.

Learning Based on Effective Solutions

Abstract: The authors present the Learning Based on Effective Solutions that derives from Project-Based Learning, but applied to real problems in order to build effective solutions. The emphasis is placed on effectiveness in the assumption that encourages greater involvement and commitment on the part of students, ensuring a context that is intended to be more attractive and closer to what will be the professional reality of students. Effectiveness is measured by the functionalities considered essential for the full resolution of the problem, but also by the feasibility of the application being effectively used, without the need for continued student involvement. Empirical evidence points to a clear increase in the acquisition of skills, in the number of students approved and in the improvement of the grades. It was also possible to find a strategic positioning of cooperation with the local community, in which everyone wins (students, teachers, institution, local and regional entities and, employers).

Keywords: Project Base Learning; Programming.

1. Introdução

No âmbito de uma unidade curricular (UC) lecionada pelos autores e tirando partido do contexto tecnológico e da necessidade de alternativas mais eficazes de aprendizagem e de aquisição de competências, colocou-se em prática o que aqui designamos por "Aprendizagem Baseada em Soluções Efetivas (ABSE) – modelo que tem na sua base a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), mas reforçando o recurso a problemas reais (pertinentes e para os quais urge criar soluções) e trabalhando na construção de soluções efetivas.

Neste artigo descreve-se a experiência que tem sido levada a cabo para promover esta forma de aprendizagem, fazendo a sua caracterização, apresentando as restrições/limitações e requisitos necessários para assegurar o sucesso da mesma.

A enfase é colocada na *efetividade* da solução no pressuposto que incentiva um maior envolvimento e comprometimento por parte dos alunos, promovendo um contexto que se pretende mais aliciante e próximo do que será a realidade profissional dos alunos – fomentando uma abordagem de aprender para resolver.

A efetividade é apurada não só pelo assegurar das funcionalidades consideradas essenciais à resolução do problema, mas também pela viabilidade da aplicação ser efetivamente utilizada findo o período de formação, sem que seja necessário a continuidade do envolvimento dos alunos ou a existência de outros recursos de manutenção. Dentro do plausível, é inclusive tido em consideração a viabilidade financeira da operacionalização técnica da solução (cloud, app stores e afins).

As evidências empíricas apontam para um claro aumento da aquisição de competências, dos alunos aprovados e das classificações. Permitiu também definir uma estratégia de cooperação entre instituição e comunidade local, em que todas as partes saem a ganhar (formandos, docentes, instituição de ensino, entidades locais/regionais e empregadores).

Em termos de especificação da metodologia levou à necessidade de uma caracterização do contexto, nomeadamente sobre como avaliar a adequação dos projetos para que possam ser aceites como desafios plausíveis e exequíveis no âmbito deste modelo de aprendizagem; bem como à definição de um conjunto de requisitos técnicos que devem ser assegurados para que a solução final seja mesmo efetiva. Este artigo é focado nesta componente da especificação da metodologia, estando em fase experimental outras vertentes acauteladas – nomeadamente sobre organização e gestão das equipas e modelo de desenvolvimento - atendendo que estamos a falar de pessoas que estão em formação, que são naturalmente inexperientes, que não trabalham a full-time no projeto, sobre as quais não há garantias de comprometimento, entre muitos outros aspetos. Esperamos que brevemente estas componentes possam sistematizadas, avaliadas e resultem numa contribuição para a metodologia subjacente ao modelo de aprendizagem aqui apresentado.

O artigo contém seis secções, organizadas da seguinte forma: a presente de introdução; a secção dois onde se fundamenta a motivação de todo este trabalho; a secção três onde são apresentados alguns dos trabalhos de investigação realizados na área e/ou com

objetivos semelhantes a este; a secção quatro onde se apresenta parte da contribuição desta iniciativa – definindo os critérios de elegibilidade dos projetos e os requisitos transversais às soluções que se venham a criar; na secção cinco é apresentado um projetos realizados no âmbito desta iniciativa; e por fim, na seção seis, apresentam-se as conclusões e trabalho futuro.

2. Motivação

A unidade curricular em causa é nuclear na formação dos alunos desta área (engenharia informática), pois é onde abordam as tecnologias, as metodologias e as ferramentas de trabalho para desenvolvimento de aplicações multiplataforma (também conhecidas por aplicações híbridas) (Delia et al, 2015, pp. 181 - 186), isto é, software desenvolvido com recurso a tecnologias e ferramentas que permitem obter aplicações, para diferentes tipos de plataformas, que executam como se fossem aplicações nativas. Esta abordagem tecnológica apresenta enormes vantagens para as empresas que fazem desenvolvimento e, implicitamente, para os seus clientes – isto porque com um único processo de desenvolvimento asseguram aplicações para mais do que uma plataforma. Assim, um cliente que pretende ter uma aplicação para Android e iOS, vê o custo de desenvolvimento e de manutenção reduzidos a metade.

Mas os ganhos para as empresas de desenvolvimento são ainda maiores, pois ao reduzir o número de tecnologias em uso, podem fomentar mais especialização, ter menos fontes de problemas e ter menos custos de formação e de licenciamento. Por outro lado, fazem o mesmo com uma equipa menos diversificada de competências, o que permite maior flexibilidade na gestão dos recursos humanos, fomentando a produtividade coletiva e a rentabilização dos recursos.

Não sendo esta uma receita que se preste a todas as situações, pois há sempre especificidades que só podem ser asseguradas com recurso às tecnologias nativas das plataformas (pelo menos na fase inicial da sua existência e até que sejam também facultadas nas soluções de desenvolvimento multiplataforma), o que se constata é que a grande maioria das aplicações não apresenta requisitos que imponham a utilização de tecnologias nativas. Se considerarmos ainda que as soluções tecnológicas existentes para desenvolvimento multiplataforma já permitirem produzir aplicações conceptualmente com a mesma performance das que são produzidas com tecnologias nativas, então percebe-se o interesse crescente pelas primeiras (Corral et al, 2012, pp. 736 - 743). E se, presentemente, na grande maioria dos projetos isto se reduz a desenvolver aplicações para plataformas móveis (smartphones e tablets) com sistemas operativos Android e iOS, a tendência e objetivo é estender a abordagem a outras plataformas de uso generalizado, incluindo aplicações web. Daí que a formação e aquisição de competências com estas tecnologias e abordagem, seja cada vez mais valorizada pelas empresas e de forma geral por todo o mercado de trabalho envolvido no desenvolvimento de aplicações. No presente contexto da realidade nacional portuguesa e, mesmo no contexto internacional, um formando com este perfil tem empregabilidade garantida e relativamente bem remunerada.

Tudo isto reforça a necessidade de assegurar que a UC em causa seja aliciante, tão completa quanto possível e que a aprendizagem e aquisição de competências pelos formandos seja

efetiva e sólida. Tarefa esta que está longe de ser trivial. Mesmo considerando o recurso a uma única base tecnológica, como por exemplo React Native, por si só requer ensinar uma quantidade substancial de matérias (soluções técnicas), algumas delas complexas pois resultam de problemáticas específicas deste tipo de desenvolvimento e, como tal, desconhecidas para a grande maioria dos formandos – que sem perceberem o problema, dificilmente conseguem perceber as soluções. Acresce que grande parte são tecnologias pouco maduras, com atualizações que chegam a ser diárias, algumas pouco mais são do que experimentalismos, outras são uma de muitas possibilidades, cada uma com as suas limitações, vantagens e desvantagens (o que na maioria das vezes complica mais do que facilita).

Depois há os problemas cuja resolução passa por código e configurações ao nível do desenvolvimento de soluções nativas, o que desejavelmente e conceptualmente não deveria acontecer em soluções tidas como para desenvolvimento multiplataforma, mas infelizmente acontece – impedindo ou limitando o funcionamento em determinadas plataformas (iOS, Android, Windows, Web, ….), ou exigindo conhecimentos avançados nessas plataformas para se conseguir ter uma solução.

Isto inclusive remete para diferentes níveis de abstração do processo de desenvolvimento – mesmo dentro da mesma base tecnológica (Delia, 2019). Por exemplo, em React Native, é possível fazer desenvolvimento em React Native propriamente dito, fazer com Expo (um pouco mais acessível, pelo menos até se chegar à fase de conversão para produção), ou em React Native combinado com código e configurações nativas (normalmente exigindo bons conhecimentos no desenvolvimento nativo). Sendo muitas vezes necessário, a meio de um projeto, passar de um nível de maior abstração para um nível de menor abstração, no sentido de se conseguir implementar determinadas funcionalidades (para as plataformas pretendidas) – tarefa que normalmente tem custos, pois é comum que a resolução do problema de base faça emergir outros problemas.

Ao nível das ferramentas de trabalho a situação também não é simples – com opostos contraditórios. Se por um lado há uma grande diversidade de soluções, como é caso dos ambientes integrados (Visual Code, Visual Studio, WebStorm, …); por outro, faltam ferramentas para assegurar a produtividade. Ferramentas estas, como é caso de soluções de depuração, inspeção ou de profile de código, que dariam um enorme contributo no processo de ensino. Por vezes é muito complicado e mesmo muito oneroso resolver determinados problemas, que seriam facilmente resolvidos com o auxílio deste tipo de ferramentas e isto acontece mesmo com os mais entendidos – mas é particularmente crítico para quem está em fase de aprendizagem.

Depois há problemas de compatibilidade de versões entre pacotes de software (bibliotecas) – tecnologias, como é o caso do React, são mantidas por uma comunidade aberta. Do que resultam muitas vantagens, mas também muitas desvantagens. Se por um lado, há uma imensidão de pacotes disponíveis, para tudo o que se possa imaginar e até mesmo de forma redundante; por outro lado, não há qualquer garantia de compatibilidade entre esses pacotes de software, ou mais concretamente entre as diferentes versões dos diferentes pacotes. É comum o recurso a downgrades no sentido de compatibilizar pacotes, mas isso nem sempre é fácil, pois raramente as incompatibilidades estão devidamente identificadas e documentadas, resultando quase sempre num trabalho experimental que consome tempo e nem sempre tem os resultados desejados. Aliás, não

obstante, existir informação na web útil para a resolução de problemas e deste tipo de comunidade ser bastante ativa e disponível para colaborar na obtenção de respostas e soluções às dúvidas e problemas que posam ser colocados, não há no entanto um suporte técnico no verdadeiro sentido, nomeadamente que garanta os parâmetros mínimos de qualidade no atendimento. Uma dúvida ou problema colocado nos sites da especialidade, pode ter resposta imediata, mas também podem passar vários anos até que tal aconteça ou mesmo nunca acontecer.

Por outro lado, muita da informação existente está desatualizada ou indevidamente contextualizada – induzindo por vezes em soluções que apenas funcionam para determinados contextos ou que já não funcionam (que ao não serem soluções para o problema que temos em mão, apenas complicam a procura de uma solução efetiva).

Seja pela importância da UC em causa para a formação dos alunos, seja pelas dificuldades acrescidas que a aprendizagem e a aquisição de competências tem nesta área – que tende a resultar em taxas de aprovação muito baixas, a situação requereu uma especial atenção pelo corpo docente. É neste contexto que se realizou o trabalho reportado neste artigo, assente numa estratégia de aprendizagem pela prática e de resolução de problemas reais e pertinentes. Contexto que levantou questões e que produziu resultados que, na opinião dos autores, devem ser partilhados, discutidos e, porque não, aproveitados por quem se encontre num contexto semelhante.

3. Estado da arte

A ABP é alvo de estudos regulares, existindo um número considerável de publicações, que atestam as vantagens desta abordagem. Não sendo plausível detalhar todas essas publicações, deixamos aqui as que consideramos mais pertinentes para uma contextualização mais próxima da atual realidade.

Uma das primeiras revisões literárias sobre a aprendizagem baseada em problemas foi apresentada por (Albanese & Mitchell, 1993, pp. 52 - 81).

Em (Hmelo-Silver, 2004, pp. 235 - 266) é analisada a aprendizagem baseada em problemas, incluindo as evidências empíricas que a suportam e discute até que ponto se presta a suportar os objetivos. Apresenta também os resultados de um ensaio onde se avalia a aprendizagem baseada em problemas para formandos menos dotados.

Em (Shahzad, 2009, pp. 1405-1410) é reportada a experiência da utilização de metodologias ágeis, assente na ABP, para o desenvolvimento de uma aplicação para smartphone que, não obstante ser em e para ambiente académico, não deixa de ser um caso de aplicação para uso efetivo.

Em (Dorodchi et al, 2019, pp. 1-5) é relatada uma experiência com princípios orientadores muito semelhantes aos considerados no reportado neste artigo. Assenta na ABP com desafios reais colocados por empresas e com o envolvimento ativo e direto dos alunos na resolução. Os projetos são desenvolvidos com recurso a metodologias ágeis e condicionados à utilização de software de acesso livre. Tratando-se de uma UC de Engenharia de Software o foco da aprendizagem está na modelação e no trabalho em equipa (não é claro, se envolve desenvolvimento e demais etapas necessárias à criação de soluções efetivas). As conclusões da experiência são suportadas por questionários

feitos aos alunos e às empresas e incidem na sua maioria na perceção destes sobre a experiência. Não obstante a pertinência do trabalho e dos resultados terem sido atestados por uma avaliação formal, a contribuição deste artigo é a partilha da experiência em si.

Em (Queirós et al, 2020, pp. 1-11) os autores apresentam um estudo feito sobre o ensino da programação nas instituições de ensino superior portuguesas, analisando as metodologias, linguagens e ferramentas utilizadas, identificando as boas práticas e deixando algumas recomendações para o futuro do ensino da programação. O ensino prático com feedback dos resultados, a gamificação como forma de colocar os alunos a colaborar e a competir no sentido de alcançar uma solução, a responsabilização, o recurso a metodologias como salas invertidas, aprendizagem ativa, nomeadamente com base em problemas, a avaliação pelos pares ou a realização de (mais) projetos, fazem parte das recomendações feitas.

Em (Morais et al, 2021, pp. 21 – 28) reportam a experiência também assente na ABP com base em desafios reais, com objetivos muito semelhantes aos do presente artigo (contribuir para a motivação dos alunos; potenciar a aprendizagem e aquisição de competências; aumentar a taxa de aprovação; sensibilizar os alunos para a necessidade da componente de engenharia no desenvolvimento de software). A experiência envolveu três UC distintas e os resultados obtidos também atestam as vantagens da aprendizagem ativa, nomeadamente com base em projetos.

Em (David et al, 2020, pp. 2214 - 7853) (Francese at al, 2015, pp. 196 - 205) (Nurbekova & Aimicheva, 2018, pp. 666 - 669) são reportadas duas experiências envolvendo ABP, focando o mesmo tipo de desenvolvimento do presente artigo (desenvolvimento de aplicações móveis), só que com recurso a tecnologias nativas (os dois primeiros em Kotlin/Java para Android e o último em Swift para iOS). Ressalva-se que a avaliação deste tipo de UC, praticamente impõe a realização de projetos pelos alunos. Mas contrariamente ao trabalho reportado neste artigo, esses projetos, mesmo que visem a resolução de problemas práticos e reais, não são implementados no sentido de facultarem soluções efetivas.

4. Aprendizagem Baseada na Construção de Soluções efetivas

Há uma forte tradição no ensino da instituição dos autores, como certamente existe em muitas outras instituições, em fomentar o ensino pela prática, isto é, de levar os alunos a fazer para aprenderem. Algo que já se fazia na UC em causa, mas pelos motivos anteriormente apresentados e face à taxa de reprovação então existente, entendeu-se investir na resolução desta situação no sentido de ter um cenário próximo do ideal.

4.1. Objetivos

A solução ideal tem por objetivo assegurar que o processo de aprendizagem é eficaz para a grande maioria dos alunos e que estes adquirem as competências necessárias para construir soluções efetivas para os problemas que terão que resolver enquanto profissionais da área. Por inerência, alunos aprovados e com boas notas.

Pretendeu-se também que as competências adquiridas não se resumissem à componente tecnológica, pelo menos não numa perspetiva isolada. Esta área do conhecimento é

extremamente ativa, com inovações constantes que resultam numa enorme diversidade de tecnologias, mas também de soluções tecnológicas. Não basta aprender as tecnologias e soluções tecnológicas existentes, é mesmo necessário fomentar uma postura pró-ativa de procura, aprendizagem e uso de novas soluções.

Esta necessidade é comum a muitas áreas, com especial enfase na informática, mas tem neste nicho do desenvolvimento multiplataforma, uma dinâmica de tal ordem elevada que mesmo para os profissionais da área é bastante difícil de se manterem atualizados das novidades e, ainda mais, de conhecerem e tirarem proveito das possibilidades que essas novidades tecnológicas permitem.

Para quem não é entendido na área, como a maioria dos clientes e utilizadores, tudo isto é simplesmente desconhecido. Mesmo para analistas e arquitetos de software nem sempre é fácil assimilarem tais conhecimentos e fazer uso dos mesmos na conceção de soluções, pois nem sempre lidam de perto com a tecnologia.

Daí que no entender dos autores houvesse a necessidade de se ser mais ambicioso, fomentando que os formandos, para lá dos conhecimentos e competências tecnológicas, devessem também ter competências para determinar a solução tecnológica mais adequada a cada situação, isto é, de olharem para o problema e construir soluções não só efetivas, mas com as melhores opções tecnológicas.

4.2. A solução idealizada

A estratégia adotada para dar solução à situação então existente manteve a ABP, mas com problemas reais como já feito em outras iniciativas (ver secção 3). Só que neste caso, os alunos que aceitassem o desafio (há outras alternativas de avaliação) assumem o compromisso de trabalhar para alcançarem uma solução efetiva.

Esta forma de aprendizagem assenta no pressuposto que criar uma solução efetiva vai muito para lá de desenvolver uma solução para um projeto. Não basta ter um produto que de alguma forma funciona (mas que foi feito essencialmente para efeitos de avaliação), há que ter um produto minimamente completo, que funciona nos mais diversos contextos, efetivamente testado e validado pelos seus utilizadores. A efetividade da solução tem que sobreviver à adoção massiva por parte da comunidade de utilizadores, atendendo à quantidade de dados que daí possa resultar, à quantidade de acessos a serviços, aos comportamentos não previstos que resultam da diversidade inerente a uma população alargada de utilizadores, entre muitos outros desafios que resultam de construir soluções para uso efetivo.

Era, no entanto claro, que não basta elevar a fasquia para dizer que há uma alternativa melhor. Houve a necessidade de repensar toda a organização e forma de ensinar (sabendo que os recursos docentes seriam os mesmos). Trabalho este que está a ser feito, com melhorias contínuas, focando diferentes aspetos de todo este processo. Aspetos tidos como fundamentais, são para já:

1. A seleção dos problemas – na adequação entre os que os alunos devem aprender e o que é necessário à construção de uma solução; na complexidade do problema; na clareza dos objetivos; e na dimensão e complexidade da solução.
2. Na viabilidade de se facultar uma solução efetiva, em termos funcionais, operacionais, manutenção, administração e afins.

3. Metodologia de desenvolvimento – é fundamental definir uma metodologia que tenha em consideração as especificidades deste contexto – o que não é de forma alguma trivial. Maioria dos alunos tem o primeiro contacto com a tecnologia e com o desenvolvimento para plataformas moveis nesta UC; a viabilidade de se obter uma solução passa por dar início ao seu desenvolvimento o quanto antes – podendo no limite iniciar-se ao mesmo tempo da aprendizagem; não há espaço temporal para experimentalismos que não estejam focados nos conteúdos de aprendizagem, por exemplo, é fundamental que o processo de desenvolvimento e cadência de execução das diferentes etapas esteja muito bem definido e fique muito claro para os alunos, minimizando trabalho irrelevante ou erros de desenvolvimento.
4. Organização e gestão – para já apenas abordado na perspetiva interna das equipas de trabalho e na relação da equipa com os docentes. Este aspeto está muito relacionado com o anterior, porque sabíamos que não obstante o projeto ser realizado em grupo, a responsabilização teria que ser necessariamente individual. É um dos pontos que carece ainda de melhoria.

Neste artigo abordamos os dois primeiros, por serem os que já começam a ter alguma estabilidade.

4.3. Critérios de seleção dos problemas

Para assegurar a viabilidade e o sucesso da iniciativa houve a necessidade de impor vários critérios para a seleção dos desafios (problemas) – não que à partida houvesse um vasto e previamente conhecido leque de opções, mas sem estes critérios, estar-se-ia a sentenciar logo à partida o sucesso da iniciativa e provavelmente a contribuir para o desânimo dos alunos, produzindo um efeito totalmente oposto ao pretendido.

Os critérios definidos foram assim os seguintes:

- C1: Os docentes têm que aferir, com um elevado grau de certeza, que é viável desenvolver uma solução para o problema, com recurso às tecnologias e competências que devem ser ensinadas na UC. É admissível que sejam necessários conhecimentos e competências de outras UC que os alunos tenham frequentado (com sucesso).
- C2: Os docentes têm que aferir, com um elevado grau de certeza, que o desenvolvimento e validação da solução é exequível no tempo que decorre a UC, atendendo que:
  - C2.1: Parte considerável do tempo é reservado à aprendizagem;
  - C2.2: E que mesmo depois disso, o nível de expertise e de produtividade dos alunos é naturalmente baixo.
- C3: Os docentes têm que assegurar que o problema está muito bem identificado e delimitado (escopo do problema) e que para os alunos é rapidamente aferível as principais funcionalidades a desenvolver – mesmo que não seja direto aferir como lá chegar.
- C4: A concretização do desenvolvimento e validação não deve ser dependente de equipamentos inexistentes ou indisponíveis no período de realização do projeto, nem do envolvimento de terceiros. Alcançar os objetivos deverá única e exclusivamente estar dependente dos alunos.

4.4. Requisitos transversais

Para lá destes critérios que resultam de bom planeamento e bom senso, há um quinto critério que define um conjunto de requisitos de natureza não funcional, que não obstante o problema em concreto, é necessário assegurar que podem ser acautelados na solução a desenvolver. Estes requisitos resultam do contexto em que tudo isto decorre e dos objetivos definidos, nomeadamente de alcançar uma solução efetiva para os desafios colocados. Requisitos estes pouco usuais, nomeadamente em contexto empresarial. Isto, no entanto, e conforme será mais adiante explicado, não desvirtua, nem é contraditório com os objetivos e finalidade de toda esta iniciativa, antes pelo contrário, por serem diferentes dos cenários mais comuns, reforçam o carácter da mesma – exigindo a construção de soluções muito próprias.

REQUISITO R1: A efetividade das soluções a criar passa por assegurar que as mesmas podem ser utilizadas por um período considerável (vários anos), sem qualquer tipo de suporte ou com um suporte muito. Isto porque, não obstante a relevância que a solução possa ter, as obrigações dos formandos terminam com a conclusão de UC, não havendo obrigação de assegurar a manutenção das soluções. Daí que a possibilidade de se encontrar forma de facultar essa manutenção (exploração comercial, delegação da manutenção, etc) é tida como uma exceção, que de forma alguma deverá ser regra, pelo que tudo deve ser feito para acautelar a não existência da mesma. Assim, uma vez a solução instalada e configurada, esta deverá funcionar sem mais apoio técnico por parte dos formandos

REQUISITO R2: Assegurar que está bem identificado como serão suportados os custos operacionais, nomeadamente no que concerne à disponibilização da solução em cloud e/ou nas app stores.

REQUISITO R2.1: Independentemente do problema em concreto, ter em consideração para efeitos da efetividade da solução, o impacto dos custos operacionais – sendo possível e desejável, na conceção da solução devem ser previstas soluções que permitam minimizar estes custos.

Cenários possíveis e desejáveis:

- Entidades públicas ou privadas afetadas pelo problema em causa e para as quais a solução traz vantagens evidentes.
- Entidades públicas ou privadas que prestam serviços a terceiros para quem a solução traz vantagens evidentes. Nestes casos, impõe-se como requisito assegurar que estes custos são simbólicos ao ponto da entidade em causa melhorar o serviço que presta ou assegurar mais-valias aos seus utentes/clientes, sem que isso tenha um impacto significativo das despesas.
- Oportunidades identificadas cuja solução seja por si só financeiramente sustentável. Nestes casos, impõe-se que a conceção seja precedida de uma ideia de negócio ou de exploração comercial da solução e que a mesma seja igualmente exequível no tempo previsto para o projeto técnico.

REQUISITO R3: Não sendo possível (porque não existe, porque não têm competências para tal ou simplesmente porque não o desejam) ou não fazendo sentido delegar a gestão

da solução numa entidade centralizada, deve então ser acautelado que esta funciona em pleno sem a existência deste tipo de entidade.

REQUISITO R4: Os problemas a solucionar não devem ter já solução cabal no mercado ou que esta seja expectável de surgir em breve, nomeadamente por parte de empresas locais (regionais ou nacionais). Este requisito visa evitar conflitos com as próprias empresas empregadoras dos alunos, que podem ver neste tipo de iniciativa concorrência desleal e desproporcional (uma vez que tudo é feito sem custos e no âmbito da formação e avaliação dos alunos).

Desejavelmente o pretendido é abordar problemas relevantes, mas que, por algum motivo, não são apetecíveis para exploração comercial. Este tipo de cenário resulta normalmente da reduzida dimensão da população alvo, que não permite sustentar o desenvolvimento e a manutenção de uma solução de iniciativa privada. Os custos de desenvolvimento e de exploração comercial, normalmente elevados, teriam que ser imputados a um reduzido número de utilizadores, fazendo com que o custo da solução para estes fosse insuportável ou mesmo totalmente descabido.

Conforme é explicado na secção 5, encontramos este tipo de problema quando nos focamos nas necessidades locais da região e da sua população. Isto resulta da instituição de ensino estar inserida numa região de baixa densidade populacional e, como tal, dificilmente reúne utilizadores em quantidade para sustentar soluções de cariz tecnológico.

5. Caso de estudo – VetCA (Vet Call App)

São já dois os projetos realizados no âmbito da presente iniciativa. O Panic App, que foi o segundo projeto realizado e que está em fase de validação, devendo ser disponibilizado à comunidade local durante as próximas semanas.

O outro projeto, o primeiro realizado, foi o VetCA que está totalmente concluído e que se encontra disponível para toda a comunidade, estando já em pleno uso por parte dos veterinários da região de Bragança. Este projeto é aqui utilizado como caso de estudo para aferir e contextualizar os critérios de escolha e os requisitos transversais definidos na secção anterior.

5.1. O problema

Bragança é a única capital de distrito portuguesa que não tem serviço público, nem privado, de urgência veterinária que funcione 24/7. A solução encontrada há vários anos pela CMB foi apelar aos veterinários da região para que entre si se organizassem para prestar este serviço. No início de cada ano civil é feita uma escala de serviço segundo a qual, para cada dia do ano, é afeto um veterinário. Essa escala é distribuída publicamente, designadamente às entidades públicas, como segurança civil e polícia, mas desejavelmente também deveria estar disponível para qualquer cidadão que pudesse necessitar destes serviços. Da informação disponibilizada vai, para cada dia, o veterinário de serviço e respetivo contacto.

Acontece, que pelos mais diversos motivos, que por vezes o veterinário não tem disponibilidade (questões de saúde, organização da vida pessoal e profissional, ...).

Quando tal acontece, o visado normalmente assegura o cumprimento do serviço solicitando aos colegas que troquem de dia com ele. Há assim, quase sempre um veterinário de serviço. O problema surge pelo facto destas trocas não se refletirem na informação distribuída. O que acaba por acontecer é que em situação de urgência, muitas vezes em pleno período noturno (madrugada), quem é contactado acaba por ser quem estava inicialmente afeto ao dia em questão. Esta situação é altamente incómoda e desagradável, mas bastante recorrente, ao ponto de que os visados simplesmente desligam o telemóvel para não serem incomodados. O que leva a uma situação ainda pior: como o veterinário contactado não atende, perante a aflição que resulta da situação de urgência, o solicitante acaba por ligar para todos os números da lista. Com um pouco de sorte até acerta no veterinário que efetivamente está de serviço, mas pode acontecer, e acontece, de acordar várias pessoas antes de conseguir contactar quem efetivamente deve ser contactado.

O problema afeta os veterinários, mas também pode afetar qualquer cidadão quando precisar deste serviço e não conseguir ser atendido com a prontidão desejada.

5.2. A solução

O problema requer considerar a existência de três atores:

- Administrador – Utilizador autenticado que admite utilizadores para o perfil de veterinário e que faz o upload da escala de serviço.
- Veterinário – Utilizador autenticado que pode consultar quem é que está de serviço e, solicitar e atender a pedidos de trocas de turno.
- Utente – Utilizador sem autenticação que pode consultar quem está de serviço no dia em questão.

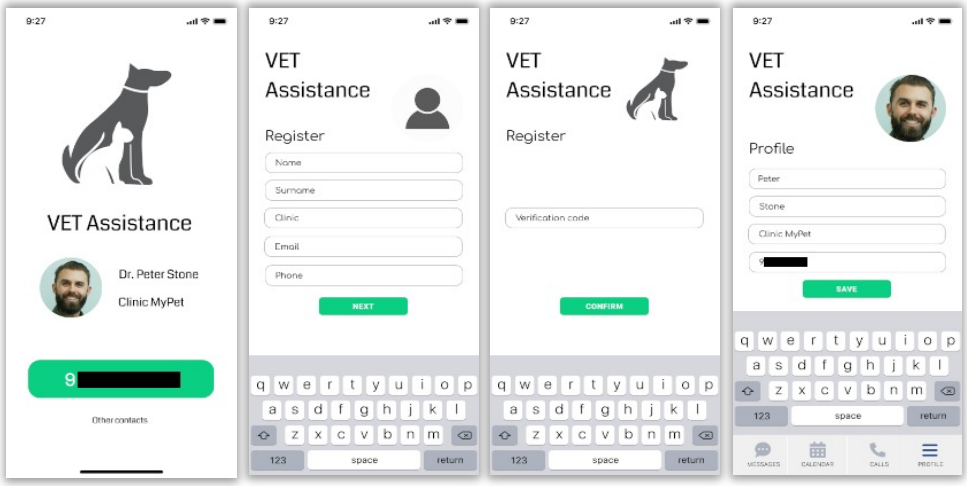


Figura 1 – Vista pública, de Registo e de Perfil do utilizador.

A Figura 1 a) é o *screen* com os dados de contacto do veterinário de serviço para o presente dia. Um *long press* no logo permite aceder ao *screen* b), onde qualquer utilizador autenticado procede ao registo, após o qual é remetido um email com o código de validação que deve ser inserido no *screen* c). O *screen* d) permite o acesso ao perfil de utilizador nomeadamente para fazer upload da sua foto.

A Figura 2 a) lista todos os contactos feitos de e para o utilizador (Veterinário ou Administrador) e é aqui que este pode aceitar/rejeitar um pedido de troca de turno. A Figura 2 b) é do screen utilizado para solicitar pedidos de troca de turno. A Figura 2 c) é onde o Administrador faz o upload da escala de serviço (ficheiros CSV).

5.3. Verificação dos critérios de seleção

O fato da aplicação ter sido construída no contexto aqui descrito é prova cabal que se confirmam os critérios C1, C2, C3 e C4. Julgamos que o mesmo é aferível pelas funcionalidades associadas aos utilizadores, que se resumem ao seguinte:

- Consulta do veterinário de serviço para o dia em questão;
- Registo de utilizador, com confirmação de email. O utilizador registado fica na condição de candidato a veterinário, sendo enviado um pedido de admissão como Veterinário ao Administrador (Figura 2 a). Só após este aceitar, é que o utilizador passa a ter o perfil de Veterinário;
- Acesso e adição de perfil, incluindo upload de fotografia;
- Upload da escala de serviço (em formato CSV) pelo Administrador;
- Visualização dos contactos feitos com outros utilizadores;

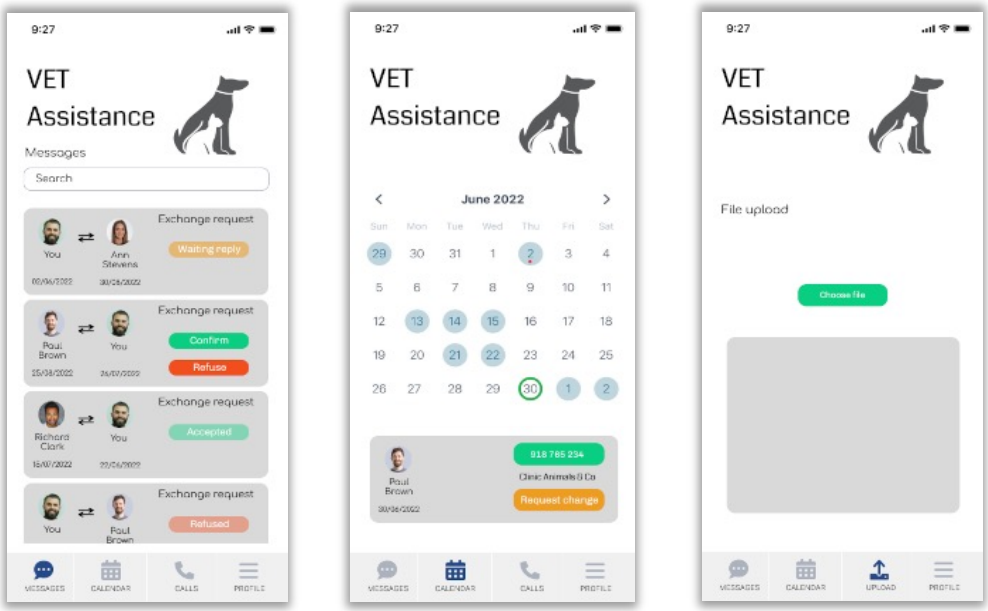


Figura 2 – Lista de contactos, solicitação de troca de turno e upload da escala de serviço.

- Submissão de pedido de troca de turno, com identificação do dia a trocar e da pessoa/dia com quem pretende trocar. Esta funcionalidade presta-se a formalizar a troca – a negociação é feita entre os visados. Este é o único procedimento que apresenta alguma complexidade, mas nada de crítico;
- Aceitação/Rejeição de pedidos de troca e admissão como veterinário.

5.4. Verificação dos requisitos transversais

Relativamente aos requisitos transversais foram na sua maioria assegurados com recurso a uma solução serverless assente em Firebase (solução que é ensinada no âmbito da UC em causa). Desta forma, evitou-se a necessidade de equipamentos para servidores e recursos de administração e de manutenção (R1). Para a utilização prevista, que atende a dimensão da população, número de veterinários e número de ocorrências mensais, julgamos que não deverão existir custos em hospedar a solução no Firebase (as aplicações têm um montante de tráfego mensal que podem utilizar sem custos), satisfazendo na íntegra o requisito R2. A existência de uma entidade/perfil central de administração está reduzida ao mínimo, aceitar/remover veterinários na plataforma e fazer upload da escala de serviço (normalmente realizado uma vez por ano). Em qualquer dos casos, este este papel foi de imediato assumido pelo departamento veterinário da CMB que é já quem faz a gestão corrente, nomeadamente a escala de serviço – satisfeito assim o requisito R3.

Relativamente ao requisito R4, este é um problema que provavelmente apenas ocorre em Bragança e que resulta da diminuta população da região. O principal cliente alvo corresponde a menos de uma dúzia de veterinários – desenvolver uma aplicação comercial para esta dimensão de mercado, muito dificilmente seria viável, pelo que nem os veterinários da região têm como pagar por uma solução, nem nenhuma empresa vai desenvolver uma solução para um mercado alvo tão reduzido.

6. Conclusão

No presente artigo os autores apresentam o que julgam ser uma nova forma de aprendizagem (ABCSe), já em grande parte suportada por uma metodologia, nomeadamente no que concerne aos critérios de elegibilidade dos problemas e nos requisitos de natureza não funcional que devem ser assegurados para garantir que é plausível desenvolver uma solução efetiva para o problema em causa.

Não obstante existir um objetivo muito bem definido para à criação deste modelo de aprendizagem, que é promover a eficácia do processo de aprendizagem e de aquisição de competências no desenvolvimento multiplataforma, resultou em várias outras contribuições, numa equação balanceada que se presta a todas as partes que de alguma forma estão ou podem estar relacionadas com este cenário.

A experiência que suporta as contribuições ainda está em fase inicial, mas os resultados obtidos são já significativos ao ponto de terem eco ao nível científico (Matos et al, 2022); há uma contribuição efetiva à comunidade – concretamente aos veterinárias da região de Bragança que prestam serviço público no interesse da comunidade e que com a solução produzida estão em condições de prestar um serviço mais efetivo e com menor impacto na organização da sua vida pessoal; há um protocolo celebrado entre IPB e

Câmara Municipal de Bragança relativo a esta contribuição; há vários alunos que não só viram o seu trabalho valorizado, como obtiveram reconhecimento institucional relativo a esse trabalho (que irá em anexo ao seu certificado de formação); e, não obstante não haver ainda uma avaliação formal, houve o cuidado de recolher testemunhos dos alunos envolvidos – e a perceção com que ficamos é que esta experiência contribuiu substancialmente para a aprendizagem e aquisição de competências, do saber fazer e da capacidade de conceberem soluções dos alunos. É também de enfatizar o posicionamento encontrado para a contextualização desta experiência. Assim, sem defraudar os objetivos, assegurou-se vantagens para todos os envolvidos, a saber:

- Na perspetiva dos alunos – os resultados indiciam consolidação da formação. Mas presta-se também a reforçar o CV com uma prestação efetiva e validada, num projeto real e em uso, cuja solução e conceção é em grande parte da sua autoria.
- Na perspetiva dos docentes os ganhos também são evidentes, desde logo os resultados ao nível científico, o reconhecimento do seu trabalho por parte da instituição, da região, mas também por parte dos alunos – que é o que mais nos motiva, mais nos orgulha e o que nos leva empenhar mais e fazer melhor.
- Na perspetiva da instituição há enormes ganhos. É uma demonstração das competências e dinâmica; reforça os laços com a comunidade contribuindo para o desenvolvimento da mesma; mas principalmente beneficia a imagem de instituição de ensino superior na sua principal função que é formar – ao colocar no mercado alunos melhor preparados (em termos absolutos e relativos), com conhecimentos e competências efetivas, está a investir em si, no seu crescimento, no reconhecimento por parte de terceiros e na sua capacidade de captar mais e melhores alunos.
- Na perspetiva das entidades públicas e privadas da região que, não tendo soluções comerciais para os seus problemas, nem meios de sustentar o desenvolvimento e manutenção dessas soluções, têm nesta parceria uma forma de as conseguir, permitindo-lhes prestarem novos e melhores serviços. E tudo isto por um custo simbólico ou mesmo sem qualquer custo.

No caso de instituições, como o município local, acompanham os ganhos da instituição de ensino. Uma instituição de ensino local mais forte, mais reconhecida e com provas sólidas da sua ação, é um atrativo da maior importância para atrair alunos para a região.

- Talvez o mais surpreendente, é que também ganham claramente as entidades empregadoras. A criteriosa seleção dos problemas evita ou pelo menos minimiza a possibilidade de ocorrência de conflitos de interesse. Assim, nesta iniciativa não há concorrência, muito menos concorrência desleal, com as empresas do mercado – pois não estamos a resolver problemas que essas empresas queiram resolver. Por outro lado, estamos a trabalhar para lhes facultar melhores profissionais, ou pelo menos profissionais que possam ser mais rapidamente assimilados por essas empresas e que mais rapidamente possam ser produtivos (e lucrativos).

Acreditamos também, que podem vir a ocorrer situações em que as soluções construídas possam dar origem a dinâmicas e investimentos que levem à criação de novas empresas

e/ou novos postos de trabalho. Seja pela iniciativa dos formandos, seja pela iniciativa das entidades que vão usufruir dos serviços, ou seja pela iniciativa das próprias empresas que vão contratar os formandos.

6.1. Trabalho futuro

Poder-se-ia pensar, e havia inicialmente esse receio, que não seria fácil encontrar desafios contextualizáveis nos critérios e requisitos definidos, especialmente numa região de baixa densidade como é o caso de Bragança. Mas, felizmente, os resultados conseguidos são provas da viabilidade da iniciativa e a visibilidade dos mesmos já tem trazido até nós mais entidades interessadas – pelo que o difícil mesmo é manter a qualidade do trabalho efetuado tentando em simultâneo atender às várias solicitações.

Daí que em termos de trabalho futuro é necessário trazer mais alunos para esta opção de avaliação, que não é obrigatória e que entendemos que não deve ser obrigatória (devem ser os próprios alunos a perceber os ganhos que podem obter, sabendo que para tal estão a assumir compromissos sérios e a ter que investir mais tempo).

Também afinar as metodologias de trabalho no sentido de potenciar resultados efetivos – seja no processo de desenvolvimento em si, seja no acompanhamento dos grupos de trabalhos, seja na própria organização e metodologia de trabalho interna a cada grupo. Acreditamos que há muito a melhorar e que, nós próprios docentes, temos muito a aprender com esta dinâmica.

Não havendo ainda condições para o efeito, é já percetível que há muito a ganhar em estender a iniciativa a outras UC, seja para dar resposta a desafios que não são contextualizáveis no âmbito da UC em causa (e são muitos), seja para complementar as soluções que nos propomos a construir no âmbito desta unidade curricular. Por exemplo, no projeto Panic App temos ideias de como construir uma bracelete compacta, de muito baixo custo e sem necessidade de recarregar baterias, integrável com a aplicação via Bluetooth Low Energy e que permite muita mais assertividade na identificação de quedas pelos utentes (separando entre o que é deixar cair o smartphone ou ocorrer uma queda do utente que possa requerer a ativação da função de *panic* da app.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT, Portugal) e aos fundos nacionais FCT/MCTES (PIDDAC) pelo apoio financeiro ao CeDRI (UIDB/05757/2020 e UIDP/05757/2020) e SusTEC (LA/P/0007/2021).

Referências

Albanese M.A., Mitchell S. (1993) Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues, Academic Medicine, 68 (1), (52 – 81).

Corral, L., Sillitti, A., & Succi, G. (2012) Mobile Multiplatform Development: An Experiment for Performance Analysis, Procedia Computer Science, Volume 10, (736 – 743), ISSN 1877-0509, https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.06.094.

David, S. A., Shalini, S. , Hassan, A. A., Bavanitha, S., & Goyal, C. (2020) Teaching mobile application development (MAD) – The project centered learning method, Materials Today: Proceedings, (2214 – 7853).

Delia, L., Galdamez, N. , Thomas, P., Corbalan, L., & Pesado, P. (2015) Multi-platform mobile application development analysis, *IEEE 9th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*, (181-186).

Delia, L., Thomas, P., Corbalan, L., Fernandez, J. S., Cuitiño, A., Cáseres, G. & Pesado, P. (2019). Development Approaches for Mobile Applications: Comparative Analysis of Features. In: Arai, K., Kapoor, S., Bhatia, R. (eds) Intelligent Computing. SAI 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 857. Springer.

Dorodchi, M., Al-Hossami, E., Nagahisarchoghaei, M., Diwadkar, R. S., & Benedict, A. (2019) Teaching an Undergraduate Software Engineering Course using Active Learning and Open Source Projects, *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, (1-5), doi: 10.1109/FIE43999.2019.9028517.

Francese, R., Gravino, C., Risi, M., Scanniello,G., & Tortora, G. (2015) Using Project-Based-Learning in a mobile application development course—An experience report, Journal of Visual Languages & Computing, Volume 31, Part B, (196 – 205), ISSN 1045-926X, https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2015.10.019.

Hmelo-Silver C.E. (2004) Problem-based learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review, 16 (3), (235 – 266).

Matos, P, Velasco, H., & Gonçalves, J. (2022) Mobile Application Development for Human Veterinary Resources Management in a Low Density Population Context : Promoting Students Engagement byWorking with the Community, *International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*, (181-186), Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality).

Morais P., Ferreira M.J., & Veloso B. (2021) Improving Student Engagement with Project-Based Learning: A Case Study in Software Engineering, Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, 16 (1), (21 – 28).

Nurbekova, Z., & Aimicheva, G. (2018) Teaching Mobile Application Development: from the Idea to the Result, *3rd International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, 2018, (666-669).

Queirós, R., Pinto, M., & Terroso, T. (2020). Computer Programming Education in Portuguese Universities. In Queirós, R., Portela, F., Pinto, M., & Simões, A. First International Computer Programming Education Conference, Dagstuhl, Germany (1-11). Schloss Dagstuhl--Leibniz-Zentrum fur Informatik

Shahzad, S. (2009) Learning from Experience: The Analysis of an Extreme Programming Process, *Sixth International Conference on Information Technology: New Generations*, (1405-1410), doi: 10.1109/ITNG.2009.299.

Wang Y., Li H., Feng Y., Jiang Y., Liu Y. (2012) Assessment of programming language learning based on peer code review model: Implementation and experience report, Computers and Education, 59 (2), (412 – 422).

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

Recebido/Submission: 14/12/2022
Aceitação/Acceptance: 28/03/2023

Sistema experto basado en reglas para la recomendación de puestos laborales a personas con discapacidad considerando evaluación funcional, formación académica y competencias laborales

Ángel Pérez-Muñóz[1,4], Verónica Uruchima-Juca[1,4], Monica Rodas-Tobar[3,4], María de Lourdes Cedillo-Armijos[2,4,] Vladimir Robles-Bykbaev[1,4]

aperezm@ups.edu.ec; verojuj1993@hotmail.com; mrodast@uazuay.edu.ec; mcedilloa@ucacue.edu.ec; vrobles@ups.edu.ec

[1] GI-IATa, Catedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

[2] Unidad Académica de Salud y Bienestar, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay.

[3] Escuela de Psicología Organizacional, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

[4] Grupo de trabajo de Inclusión laboral y educativa de personas con discapacidad, CEDIA, Cuenca, Ecuador.

Pages: 256-269

Resumen: A nivel mundial el 15% de la población presenta algún tipo de discapacidad, muchas de ellas no cuentan con un trabajo o este no está de acuerdo con sus capacidades, a pesar de contar con una formación académica. El presente articulo propone un sistema experto basado en reglas para la recomendación de cargos laborales según el perfil de la persona con discapacidad, su formación académica, evaluación funcional a través del Cuestionario para la Evaluación de la Discapacidad de la Organización Mundial de la Salud (WHODAS) y sus competencias laborales. Los cargos recomendados y reglas empleadas son en base a un estudio de un equipo multidisciplinario en la industria de la ciudad de Cuenca-Ecuador.

Palabras-clave: Sistema experto; inclusión laboral; recomendación; cargo; discapacidad.

Expert system based on rules for the recommendation of job positions to people with disabilities considering functional evaluation, academic training and job skills

Abstract: Worldwide, 15% of the population has some type of disability, many of them do not have a job or it is not in accordance with their abilities, despite having an academic background. This article proposes an expert system for the recommendation of job positions according to the profile of the person with disabilities, their academic training, functional evaluation through the Questionnaire for the Evaluation of Disability of the World Health Organization

(WHODAS) and its labor competencies. The recommended positions are based on a study by a multidisciplinary team in the industry of the city of Cuenca-Ecuador.

Keywords: Expert system; labor inclusion; recommendation; position; disability.

1. Introducción

La Organización Panamericana de salud y el banco mundial, sostienen que en América Latina al menos 85 millones de personas viven con algún tipo de discapacidad. A nivel mundial según la Organización Mundial de la Salud (2011) sustenta que "785 millones de personas (15,6%) de 15 años y más, viven con una discapacidad, el término discapacidad es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como aquel que engloba las deficiencias, limitaciones de la actividad y las restricciones para la participación de las personas.

Las personas con discapacidad se encuentran en un estado de vulnerabilidad alarmante, sin acceso a una educación de calidad y a un trabajo digno. Año a año las personas que obtienen un título académico van en aumento, pero no en el caso de su inclusión laboral. Stumbo (2009) menciona que las personas con discapacidad de entre 18 y 64 años solamente el 35% trabajan tiempo completo o parcial presentando así que una persona con discapacidad tiene el doble de probabilidad de estar desempleadas. Por otro lado, la Fundación Adecco y Keysight (Adecco, I. K. F. 2021)., en su informe dan a conocer que la contratación de personas con discapacidad ha crecido imparablemente, que en el año 2014 alcanzó 82.977 contratos que corresponde al 19% más que el año anterior, esto se debe a que implementaron tecnologías de apoyo para realizar tareas específicas. Pero en muchos de los casos estos empleos no son acorde a las capacidades de la persona con discapacidad y muchas de ellas registran bajas tasas de participación y en el caso de que consigan un empleo, su salario es inferior al de sus colegas, simplemente por su discapacidad. Muchos empleadores los consideran como menos competentes y productivos que sus homólogos sin discapacidad (Organización Mundial de la Salud y Banco Mundial, 2011).

En el marco legal específicamente en el Ecuador, según el articulo 42 numeral 33 del Código del Trabajo (Del Trabajo, C. D. C. 2005)., se determina que "el empleador público o privado, que cuente con un número mínimo de veinticinco trabajadores, está obligado a contratar, al menos, a una persona con discapacidad, en labores permanentes que se consideren apropiadas en relación con sus conocimientos, condición física y aptitudes individuales". Es por ello que, a partir del año 2009, el porcentaje obligatorio de contratación de personas con discapacidad es del 4% del total de trabajadores de cada empresa o patrono persona natural.

Por lo señalado, es fundamental que las empresas cuenten con una cultura empresarial inclusiva basada en capacidades y competencias, así mismo, la educación desempeña un papel fundamental ayudando a las personas a contar con una formación adecuada y poder incorporarse a un trabajo digno.

Este documento propone un sistema experto basado en reglas que modela el conocimiento de un grupo multidisciplinario en inclusión y psicología organizacional, así como empresas. Con el objetivo de brindar una recomendación de cargos laborales

según el perfil, su formación académica, evaluación funcional a través del Cuestionario para la Evaluación de la Discapacidad de la Organización Mundial de la Salud (Whodas) y sus competencias laborales. A su vez el documento presenta ciertas consideraciones que las empresas deben tener en cuenta al generar o definir un cargo laboral y que este pueda ser inclusivo.

2. Marco teórico en la inclusión de personas con discapacidad considerando evaluación funciona, formación académica y competencias laborales.

2.1. Discapacidad

El término discapacidad engloba las deficiencias (dificultades anatómicas- estructurales), limitaciones de la actividad (dificultades para realizar acciones o tareas) y restricciones para la participación de las personas (impiden participar en situaciones vitales). Existen diferentes dipos de discapacidades en la investigación se trataron las siguientes:

- Discapacidad Física: Según la OMS (2001) se entiende por discapacidad física aquellas limitaciones en la actividad y restricciones en la participación que sufre una persona como consecuencia de una deficiencia a nivel de sus estructuras biológicas y de las funciones que hacen posible el control corporal y la movilidad. Esta discapacidad abarca aquellas condiciones que causan un gran impacto en la habilidad para realizar actividades físicas y de movimiento.
- Discapacidad Intelectual: De acuerdo con el CONADIS (2013), las personas con discapacidad intelectual presentan dificultades para comprender ideas complejas, para razonar, resolver problemas, tomar decisiones y desenvolverse en la vida diaria. Reaccionan a los estímulos de manera más lenta, presentan dificultad para distinguir diferencias pequeñas en tamaño, forma y color.
- Discapacidad Visual: Según la fundación Once (Características de la discapacidad visual y ceguera - Web, s. f.), la discapacidad visual es la consideración a partir de la disminución total o parcial de la vista, siendo todas aquellas condiciones que presenta un individuo, caracterizadas por una limitación total o parcial de la función visual. Estas limitaciones pueden ser totales en el caso de la ceguera o parciales como es el caso de la baja visión.
- **Discapacidad Auditiva:** Según la OMS "*La pérdida auditiva ocurre cuando una persona es incapaz de oír tan bien como alguien que tiene una audición normal*" (OMS, 2001). Las personas con discapacidad auditiva tienen un déficit total o parcial de la percepción auditiva, lo que genera barreras de comunicación.

Estas discapacidades se encuentran en diferentes grados, en la investigación se tratan los grados leve y moderada en las discapacidades física, visual y auditiva, en grado leve la discapacidad intelectual.

2.2. Evaluación funcional

Por funcionamiento humano se entiende como "un continuo de estados de salud, y todos manifestamos cierto grado de funcionamiento en cada dominio, a nivel del cuerpo, de la persona, y de la sociedad" (CIF, 2001). Este concepto incorpora componentes o

constructos que están relacionadas con el estado de salud, obteniendo un amplio rango de información acerca del funcionamiento y la discapacidad. Una persona con discapacidad no siempre implica limitaciones o deficiencias en desarrollar y hacer uso de todas sus potencialidades, por lo contrario, los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, los profesionales y las propias personas con discapacidad, que con apoyo de sus familias deben trabajar en conjunto para explotar y hacer uso de estas potencialidades, cuyo objetivo es alcanzar la autonomía, independencia y calidad de vida.

Investigaciones del funcionamiento y calidad de vida en personas con discapacidad han ido incrementando en los últimos años, por ello La OMS en conjunto con sus colaboradores desarrollan el Cuestionario para la Evaluación de la Discapacidad de la Organización Mundial de la Salud (WHODAS) por sus siglas en inglés (Üstün-Kostanjsek, 2010), este es un instrumento de medición general de la condición de salud en términos de funcionamiento, al no evaluar una enfermedad en particular, por lo contrario, considera la discapacidad causada por diferentes enfermedades, esta evaluación explora la discapacidad en 6 dominios, siendo los siguientes:

- Comprensión y Comunicación: En este dominio las áreas específicas que son evaluadas incluyen la concentración, la memoria, la resolución de problemas, el aprendizaje y la comunicación.
- Movilidad: Incluye preguntas de movilidad o desplazamiento como: estar de pie, moverse adentro del hogar, salir del hogar y caminar largas distancias.
- Cuidado Personal: Interroga al evaluado acerca de la capacidad de bañarse, vestirse, comer, y quedarse solo.
- Relacionarse con otras personas: Evalúa las relaciones con otras personas, y las dificultades que pueden encontrarse debido a una condición de salud
- Actividades de la vida diaria: Incluyen actividades domésticas, laborales y educativas
- Participación en la sociedad: Participación en Sociedad, mide de qué manera otra gente y el mundo que rodea al examinado le dificulta su participación en la sociedad.

WHODAS en su versión 2.0 es de libre acceso, se lo puede encontrar a través de este en (WHO, 2010), cuenta con 36 preguntas traducidas al español y puede ser autoadministrada, a través de un entrevistador o de un representante.

2.4. Competencias laborales

Según (Perrenoud, 2088) define a la competencia como: "*Una actuación integral que permite identificar, interpretar, argumentar, y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética, integrando el saber ser, el saber hacer, el saber conocer*".

Las competencias no son conocimientos procedimentales y aprendidos como reglas., dentro del ámbito laboral se podría definir a la competencia como la suma de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para un correcto desempeño en un contexto dado.

La formación en competencias permitirá al estudiante salir con un perfil idóneo y dar respuesta a las necesidades de los empleadores y a las nuevas demandas del entorno, en este sentido, el mundo laboral actual, requiere de individuos competentes para el

desempeño de funciones, con un perfil que les permita insertarse a la vida profesional y social. Para el estudio se definió tres dominios de competencias, siendo los siguientes:

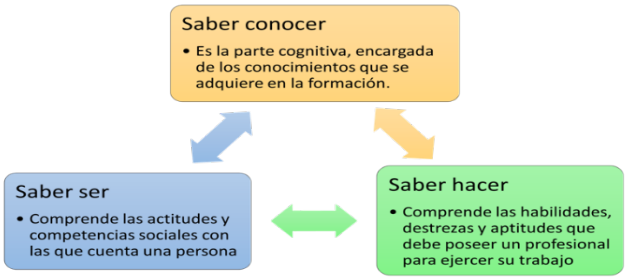


Figura 1 – Saberes que comprenden las competencias laborales

Competencias de Interacción con datos	
Comprensión Lectora	Comprender oraciones y párrafos escritos en documentos de trabajo.
Escritura	Comunicarse en forma efectiva por escrito con otras personas.
Generación de Ideas	Generar varias formas o alternativas para solucionar problemas.
Organización de la información	Encontrar formas de estructurar o clasificar distintos niveles de información.
Pensamiento analítico	Analizar o descomponer información identificando sus implicaciones paso a paso, incluye la capacidad para organizar sistemáticamente las partes de un problema o situación.
Planificación	Desarrollar estrategias para llevar a cabo una idea.
Recopilación de información	Conocer cómo localizar e identificar información esencial.
Toma de decisiones	Analizar diferentes opciones, considerando las circunstancias existentes, los recursos disponibles y su impacto, para luego seleccionar la alternativa más adecuada.

Tabla 1 – Competencias de interacción con datos

Competencias de Interacción con personas	
Adaptabilidad / Flexibilidad	Comprender perspectivas diferentes, cambiar convicciones y conductas a fin de adaptarse en forma rápida a diversas situaciones y personas.
Asertividad /Firmeza	Defender con firmeza los objetivos, políticas y prioridades de la institución, cuando sea necesarias.
Construcción de relaciones	Establecer, mantener y ampliar relaciones amistosas y duraderas con personas o grupos clave.
Escucha activa	Escuchar lo que otra persona está hablando y realizar preguntas adecuadas.

Competencias de Interacción con personas	
Hablado	Hablar con los demás de manera clara y comprensible.
Liderazgo	Orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo.
Negociación	Persuadir a otras personas, utilizar argumentos sólidos y honestos, y acercar posiciones contemplando los intereses de todas las partes.
Persuasión	Persuadir a otras personas para que vean las cosas de manera diferente.

Tabla 2 – Competencias de interacción con personas

Competencias de Interacción con cosas	
Detección de averías	Determinar qué causa un error de operación y decidir qué hacer al respecto.
Inspección de productos	Inspeccionar y evaluar la calidad de los productos.
Instalación	Instalar equipos, maquinaria, cableado o programas que cumplan con las especificaciones requeridas.
Manejo de recursos materiales	Obtener y cuidar el uso apropiado de equipos, locales, accesorios y materiales necesarios para realizar ciertos trabajos.
Mantenimiento de equipos	Ejecutar rutinas de mantenimiento y determinar cuándo y qué tipo de mantenimiento es requerido.
Operación y Control	Controlar la operación de equipos o sistemas.
Reparación	Reparar máquinas o sistemas utilizando las herramientas necesarias.
Selección de Equipo	Determinar el tipo de equipos y herramientas necesarias para realizar un trabajo.

Tabla 3 – Competencias de interacción con cosas

2.5. Formación académica

En la investigación consideramos formación académica al conjunto de conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo del estudio de una carrera universitaria, que le permita a la persona desarrollar o consolidar competencias, su capacidad analítica y crítica, y al mismo tiempo estar preparado para la resolución de problemas en el campo labora.

La formación académica considerada para las recomendaciones es en base al levantamiento de los cargos laborales de la industria de Cuenca-Ecuador, la cual se comenta en el siguiente punto.

2.6. Cargos laborales

Según (Del Trabajo, C. D. C. 2005), un cargo laboral son actividades o tareas y responsabilidades concretas que asume un trabajador dentro de una empresa. Su cumplimiento se recompensará por medio de un salario.

Gracias a la colaboración del grupo de trabajo se hizo un levantamiento de 53 cargos y actividades laborales para personas con discapacidad en la industria cuencana, a su vez con la colaboración del equipo multidisciplinario y dos industrias Cuencanas se evaluó y selecciono las competencias, la funcionalidad y formación académica requeridas para los cargos teniendo como ejemplo en la tabla 4 uno de los 53 cargos:

Departamento	**Gerencia General**		
Cargo	Jefe Coordinador de Comunicación Organizacional		
Formación Académica	Licenciado en Comunicación Social		
Discapacidad	**Grado**		
Visual	Leve	Moderado	
Auditiva	Leve	Moderado	
Física	Leve	Moderado	
Evaluación funcional para el cargo			
Dominio WHODAS	**Grado de dificultad**		
Comprensión y Comunicación	Ninguna	Leve	
Actividades de la vida diaria	Ninguna	Leve	
Relacionarse con otras personas	Ninguna	Leve	
Movilidad	Ninguna	Leve	Moderada
Cuidado personal	Ninguna	Leve	Moderada
Participación en sociedad	Ninguna	Leve	Moderada
Competencias laborales que requiere el cargo			
Interacción con datos		**Interacción con personas**	
Comprensión lectora		Adaptabilidad/flexibilidad	
Escritura		Construcción de relaciones	
Generación de ideas		Escucha activa	
Organización de la información		Hablado	
Pensamiento analítico		Liderazgo	
Recopilación de la información		Persuasión	
Toma de decisiones		Negociación	
Planificación		Asertividad	

Tabla 4 – Ejemplo de cargo laboral y sus requerimientos

2.7. Sistemas expertos basados en reglas

Un Sistema experto es un “Programa de inteligencia artificial diseñado para resolver problemas o tomar decisiones en un ámbito determinado de modo análogo al razonamiento humano.” En otras palabras, un sistema experto es un sistema que modela el conocimiento humano en un software para resolver problemas que requieren

a expertos humanos. Estos sistemas logran razonar tal como lo aria un experto humano y pueden dar respuestas específicas.

Según (Buchanan, B. G., & Duda, R. O. 1983)., un sistema basado en reglas permite generar un sistema experto mediante la creación de una base de conocimiento que consta de una serie de reglas, las cuales permiten llegar a una conclusión o solución a partir de las premisas (información o hechos de entrada al sistema). Estas reglas son realizadas en base al conocimiento de los expertos y los hechos es la información de las personas como su discapacidad, formación académica, evaluación funcional, etc.

3. Trabajo relacionado

Los sistemas expertos han sido altamente usados en varios campos, como es el caso de (Panigrahi, 2021), donde propone un sistema experto de apoyo a la toma de decisiones clínicas para la predicción y el diagnóstico de la hepatitis B, nombrado Sistema de soporte de decisiones clínicas (CDSS). Cuyo objetivo es apoyar en el diagnostico de enfermedades en áreas rurales donde no cuentan con médicos con experiencia, el sistema experto cuenta con 59 reglas basados en la experiencia y conocimiento de médicos. Obteniendo resultados muy satisfactorios. Por otro lado (Serpa, 2020), proponen un ecosistema para la estimulación de la motricidad fina en niños con discapacidades, apoyado en robots de peluche y un sistema de razonamiento basado en reglas. El sistema empleado es usado para la recomendación de planes de intervención que hacen uso del peluche robótico, esto considerando el perfil del usuario y la evaluación BATTELLE la cual mide la motricidad.

En el ámbito de la educación, los sistemas expertos también han sido empleados, tal es el caso de (Pérez-Muñóz, 2020), donde se propone una herramienta educativa que utiliza la realidad aumentada para temas de matemáticas y un sistema experto basado en reglas para sugerir a alumno actividades y ejercicios que debe resolver. En el campo de discapacidad y salud en (Salinas-Escobar, 2021), proponen un juego serio llamado ITaCaSque tiene como objetivo apoyar en la enseñanza de higiene y salud sexual en adolescentes con discapacidad intelectual, el sistema experto propuesto es capas de sugerir estrategias o planes de enseñanza y tenas que el usuario debe comprender, estas recomendaciones son en base al perfil y habilidades del adolescente.

4. Propuesta de sistema

El sistema propuesto está compuesto principalmente por tres capas, se puede ver en la figura 2.

4.1. Capa de interfaz de usuario

Esta capa comprende una interfaz web desarrollada en Django y cuenta principalmente con dos perfiles:

- Perfil de RRHH: Este perfil los usuarios pueden registrar los cargos siguiendo la tabla 4, para la primera versión los 53 cargos fueron cargados por el administrados pues comprende el primer estudio de cargos del grupo multidisciplinario junto con las industrias.

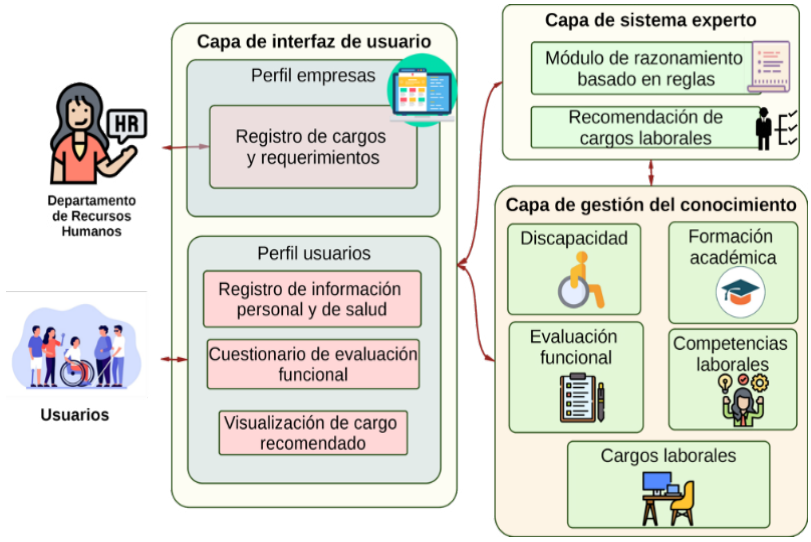


Figura 2 – Sistema propuesto para la recomendación de cargos laborales

- Perfil usuario postulante: En este perfil principalmente el usuario puede ingresar su información personal, de discapacidad, de formación y de competencias. A su vez se le presenta el formulario WHODAS donde lo podrá completar para generar la evaluación funcional. Finalmente, se le mostrara las recomendaciones de cargos que puede postular.

En la siguiente figura se puede visualizar la interfaz donde se muestran las recomendaciones de los cargos laborales recomendados por el sistema experto, cabe mencionar que la interfaz se desarrollo siguiendo criterios de accesibilidad.

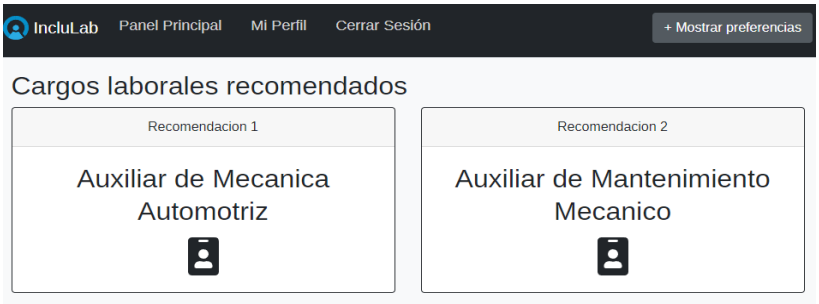


Figura 3 – Visualización de cargos laborales recomendados.

4.2. Capa de gestión del conocimiento

Esta capa principalmente almacena la información del usuario, siendo información de perfil, información de discapacidad, información de formación académica, información

de competencias laborales y los resultados de la evaluación funcional. Esta información es guardada en una base de datos PostgreSQL y es usada como hechos de entrada al sistema experto para la recomendación de cargos.

4.3. Capa de sistema experto

La capa de sistema experto es el corazón del sistema pues modela el conocimiento de una serie de expertos multidisciplinario principalmente en salud, educación, ingeniería, psicología organizacional y directivos de empresas. Este conocimiento contempla la definición de cargos en la industria de la ciudad de Cuenca-Ecuador que pueden ser inclusivos, determinado las discapacidades y grados. A su vez determinar las competencias laborales y dominios de evaluación funcional necesarios para cada uno de los cargos.

El sistema exerto fue desarrollado en CLIPS, el cual es una herramienta que provee un entorno de desarrollo para la producción y ejecución de sistemas experto. En la plataforma con Django se usó la librería Clipspy.

En total se desarrollaron 6 reglas que corresponden a cada departamento, estas reglas consideran los 53 cargos laborales levantados hasta el trascurso de la investigación. En la figura 4, se puede ver una fracción de una de las reglas empleadas en el sistema, las mismas que validan la información del postulante que ingresada a través de hechos, al cumplirse las condiciones se genera una recomendación a través del template recomendarionCargo.

```
;Gerencia General
(defrule Recomendacion_Cargo
                        (discapacidad ?dis)
                        (grado ?grado)
                        (formacio_academica ?form)
                        (comprension_comunicacion ?val)
                        (actividades_vida_diaria ?val2)
                        (relacionarse_otras_personas ?val3)
                        (movilidad ?val4)
                        (cuidado_personal ?val5)
                        (participacion_sociedad ?val6)
    =>
    (if (and    (or (eq  ?dis "visual")
                    (eq  ?dis "auditiva")
                    (eq  ?dis "fisica"))
                (or (eq  ?grado "Leve") (eq  ?grado "Moderado") )
                (eq ?form "Bachiller")
                (<= ?val 1) (<= ?val2 2) (<= ?val3 1)(<= ?val4 3)(<= ?val5 3)(<= ?val6 3))
    then (assert (recommendationCargo (Cargo Asistente_de_Gerencia))))
```

Figura 4 – Ejemplo de regla para la recomendación del cargo se asistente de gerencia.

El Backend por medio de Clipspy extrae las recomendaciones por usuario, las almacena en la base de datos y posterior mente se muestra al usuario en la interfaz.

5. Experimentación y resultados preliminares

La experimentación principalmente consto de dos fases:

5.1. Fase 1

El objetivo de la primera fase es determinar a través del criterio de expertos la validez del uso de los criterios para la recomendación de cargos. Esto a través del Panel de Evaluación del Contenido (Capacity4dev, 2017), el cual consiste en la evaluación individual de los parámetros por parte de un grupo de expertos en la materia. Esta evaluación comprende los definidos en la tabla 5.

Dimensión	Parametro	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Ficha medica	Tipo Discapacidad					
	Grado de discapacidad					
Formación Académica	Nivel de formación					
Evaluación funcional	Comprensión y Comunicación					
	Movilidad					
	Cuidado Personal					
	Relacionarse con otras personas					
	Actividades de la vida diaria					
Competencias laborales	Competencias de Interacción con datos					
	Competencias de Interacción con personas					
	Competencias de Interacción con cosas					

La descripcion de los criterios del Panel de Evaluación del Contenido se describen a continuación:

- Suficiencia: Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.
- Claridad: El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.
- Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
- Relevancia: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.

Para la validacion se empleo el modelo de (Hernández-Nieto, R., 2002). que permite calcular la concordancia entre los jueces obteniendo el Coeficiente de Validez de Contenido, con la cual se obtuvo una concordancia de 0.98, donde un jues de la parte medica comento que en la dimencion de la ficha medica o infomacion de discapacidad

seria conveniente tambien tratar informacion sobre si la discapacidad es congénita o adquirida. Estos resultados validan la utilización de los criterios o variables con las que el sistema experto realiza las recomendaciones.

5.2. Fase 2

EL objetivo de la fase dos es determinar la factibilidad de emplear un sistema experto para la recomendación de cargos laborales a personas con discapacidad. En la fase dos se validaron recomendaciones de cargos laborales de perfiles reales en base a los siguientes criterios:

- Completitud: Determina si la recomendación del/los cargos están completos en cuanto a cargos laborales que la persona con discapacidad puede postular según su perfil y según los cargos levantados o disponibles.
- Relevancia: Determina si la especificidad de cada cargo recomendado relevante para el postulante o la empresa. Este criterio está relacionado con las características de cada cargo y al perfil del postulante.
- Coherencia: Especifica si el/los cargos recomendados por el sistema experto son apropiados para el postulante, de acuerdo con sus formación y funcionalidad.

El equipo de expertos utilizo los criterios descritos empleando escala de likert para evaluar cien perfiles de postulantes. Los resultados que se muestran en la figura 5, mostrando la factivilidad real de emplear un sistema experto para la recomendación de cargos laborales según los perfiles de los postulantes.

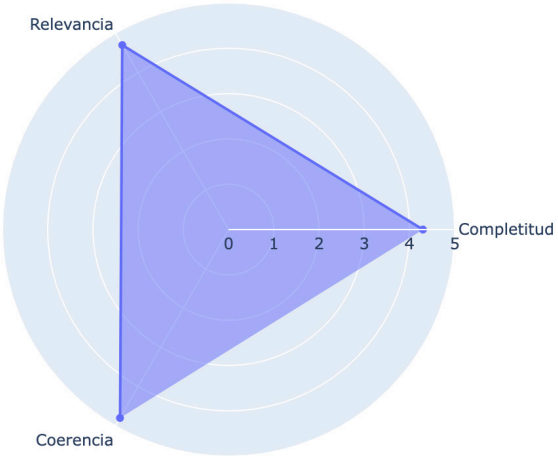


Figura 5 –Resultados de la evaluación de los expertos a los cargos recomendados.

6. Conclusiones

Debido a la gran cantidad de personas con discapacidad, las cuales no cuentan con un trabajo digno o que estos no son acordes a sus capacidades o competencias, el aplicar

un sistema experto que recomiende cargos que una persona puede ocupar según un perfil ha sido muy aceptado por las industrias y por los postulantes, pudiendo mejorar la inserción laboral y apoyando a las personas con discapacidad a contar con un cargo adecuado. Los resultados expuestos por el grupo de expertos y empresas, quienes están al frente de la industria y captación de personal, demuestran la alta viabilidad del sistema propuesto. Cabe recalcar que para lograr una mayor inclusión las empresas deben analizar y estructurar cargos laborales accesibles pudiendo basarse en la tabla 4 como referente para ello.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al cofinanciamiento de la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA) mediante el proyecto Grupo de trabajo de Inclusión laboral y educativa de personas con discapacidad (GT Inclusión).

Referencias

Stumbo, N. J., Martin, J. K., & Hedrick, B. N. (2009). Assistive technology: Impact on education, employment, and independence of individuals with physical disabilities. Journal of Vocational Rehabilitation, 30(2), 99-110.

Mundial, B. (2011). Informe mundial sobre la discapacidad 2011.

Adecco, I. K. F. (2021). Tecnología y discapacidad.

Del Trabajo, C. D. C. (2005). Codificacion del codigo del trabajo. In Quito, Pichincha: H. Congreso Nacional.

Üstün, T. B., Kostanjsek, N., Chatterji, S., & Rehm, J. (Eds.). (2010). Measuring health and disability: Manual for WHO disability assessment schedule WHODAS 2.0. World Health Organization.

World Health Organization. (2001). Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud: CIF. Organización Mundial de la Salud.

García, C. E., & Sánchez, A. S. (2001). Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. Boletín del RPD, 50, 15-30.

Características de la discapacidad visual y ceguera - Web. (s. f.). ONCE. Recuperado 10 de septiembre de 2022, de https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual

WHO. (2010). Medición de la Salud y la Discapacidad Manual para el Cuestionario de Evaluación de la Discapacidad de la OMS. who. Recuperado 25 de agosto de 2022, de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/170500/9874573309_spa.pdf

Panigrahi, N., Ayus, I., & Jena, O. P. (2021). An expert system-based clinical decision support system for Hepatitis-B prediction & diagnosis. Machine Learning for Healthcare Applications, 57-75.

Serpa-Andrade, L., González-González, S., Pérez-Muñoz, A., Vásquez-Álvarez, G., Mata-Quevedo, P., & Pérez-Muñoz, D. (2020). Fine motor skills stimulation in children: a proposal based on stuffed robots and rules-based reasoning. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E33), 250-262.

Pérez-Muñóz, A., Castro-Idrovo, D., Robles-Bykbaev, Y., Robles-Bykbaev, V., & Pesántez-Avilés, F. (2020, March). An interactive application based on augmented reality and rules-based reasoning to support educational activities of high school students. In 2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE) (pp. 1-5). IEEE.

Salinas-Escobar, J., Panamá-Mazhenda, K., Robles-Bykbaev, Y., Robles-Bykbaev, V., & Tenorio-Carpio, H. (2020, October). ITaCaS: a serious game and an expert system to support the teaching of sexual-health and hygiene for youth with intellectual disability. In 2020 6th International Conference on Science in Information Technology (ICSITech) (pp. 80-85). IEEE.

Capacity4dev, E. U. (2017). Panel de expertos. Evaluation methodological approach. Recuperado 10 de septiembre de 2022, de https://europa.eu/capacity4dev/evaluation_guidelines/wiki/panel-de-expertos

Hernández-Nieto, R. (2002). El coeficiente de validez de contenido (CVC) y el coeficiente Kappa em la determinación de la validez de contenido de instrumentos de recolección de datos.

Buchanan, B. G., & Duda, R. O. (1983). Principles of rule-based expert systems. In Advances in computers (Vol. 22, pp. 163-216). Elsevier.

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

Recebido/Submission: 15/12/2022
Aceitação/Acceptance: 14/03/2023

Estimulación multisensorial para niños con discapacidad: una plataforma basada en sistemas expertos y módulos educativos sensorizados

Ana Parra-Astudillo[1], Vladimir Robles-Bykbaev[1], Pablo Torres-Peña[1], Maria Ordóñez Vásquez[1], Elizabeth Almeida-Soliz[1]

aparraa@ups.edu.ec; vrobles@ups.edu.ec; ptorresp@ups.edu.ec; mordonezv@ups.edu.ec; nalmeida@ups.edu.ec

[1] GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa: Universidad Politécnica Salesiana, Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, 0101, Cuenca, Ecuador.

Pages: 270-282

Resumen: En los países en desarrollo existe falta de personal y herramientas tecnológicas de apoyo para la educación especial. En Ecuador, los enfoques de estimulación multisensorial son escasamente aplicados en el área de educación especial. Por estas razones, este artículo presenta una herramienta que utiliza sistemas expertos basados en reglas, aplicaciones móviles y módulos educativos electrónicos que incorporan varios sensores para brindar estimulación multisensorial a niños con diferentes tipos de discapacidad. Nuestra propuesta fue puesta a prueba con dos grupos de voluntarios: un equipo de cinco expertos en Psicología y Educación Especial y un grupo de cuatro niños con discapacidad con el apoyo de siete docentes. Los resultados preliminares muestran altos niveles de aceptación por parte de expertos, niños y docentes.

Palabras-clave: estimulación multisensorial; discapacidad; módulos multisensoriales; sistema experto.

Multisensory stimulation for children with disabilities: a platform based on expert systems and sensorized educational modules

Abstract: In developing countries, there is a lack of personnel and technological support tools for special education. In Ecuador, multisensory stimulation approaches are scarcely applied in the area of special education. For these reasons, this paper presents a system that uses rule-based expert systems, mobile applications, and electronic educational modules that incorporate several sensors to provide multisensory stimulation for children with different types of disabilities. We tested our proposal with two groups of volunteers: a team of five experts in Psychology and Special Education and a group of four children with disabilities with the support of seven teachers. The preliminary results show high acceptance levels by experts, children, and teachers.

Keywords: multisensory stimulation; disability; multisensory modules; expert system.

1. Introducción

En Ecuador las personas con discapacidad registradas son 471.205, de las cuales 47603 son estudiantes de educación básica, media y bachillerato. La discapacidad prevalente es la intelectual, solamente el 19,21% recibe una educación en escuelas de educación especial, como indica el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS, 2022).

En la provincia de Cañar, específicamente en los cantones Cañar, Suscal y El Tambo, el número de personas con discapacidad en edad escolar asciende a 228 personas y solo el 14,04% acuden a la única escuela especializada en múltiple discapacidad denominada «Jesús para los Niños». A ella asisten niños de los tres cantones antes mencionados y sus parroquias urbanas y rurales. Para el periodo lectivo 2022-2023 se encuentran matriculados 38 niños, niñas y adolescentes con diferentes discapacidades, todos los estudiantes presentan discapacidad intelectual. Estos datos fueron entregados por los docentes de la institución, para el proyecto que se está desarrollando. En esta institución educativa se puso en funcionamiento un aula destinada para el desarrollo de estimulación multisensorial para que accedan todos los niños, niñas y adolescentes con discapacidad, acompañados y guiados por sus docentes. Para la primera etapa del proyecto se prepararon tres módulos de estimulación sensorial: visual, auditiva, motriz e intelectual y un sistema experto recomendador, determinados según las necesidades de los niños, niñas, adolescentes y docentes beneficiados. Con esta propuesta se busca transformar los procesos de intervención, mediante la utilización de los módulos en diferentes sesiones de terapia, demostrando a los docentes, terapistas y psicólogos el uso de la tecnología aplicada a la inclusión, además de favorecer espacios de transformación institucional para fortalecer el fin educativo de la Escuela Jesús para los Niños.

2. Trabajos relacionados

El espacio multisensorial surgió en Holanda en 1987 para el tratamiento de Alzheimer, con el uso de diferentes actividades, mismas que se difundieron por todo el mundo, para después utilizar en el tratamiento de personas con discapacidad (González, 2020). Así es como en la actualidad se utilizan en la intervención en diferentes enfermedades y discapacidades como: enfermedades mentales, problemas de conducta, niveles elevados de estrés, discapacidad intelectual, auditiva, física, parálisis cerebral, entre otros. El principal objetivo de estos espacios es estimular los cinco sentidos que posee un humano, mismos que nos permiten interactuar con el medio en el que vivimos (Liza, 2022).

A través de diferentes investigaciones acerca de los beneficios del uso de los espacios multisensoriales en enfermedades y discapacidades se concluyó que existe una mejora en las capacidades de los usuarios. Los procesos se comprobaron con diferentes técnicas cualitativas y cuantitativas como puntuaciones obtenidas durante el periodo de sesiones de trabajo. Además, demuestra que los usuarios disfrutan y se relajan al momento de usar estos espacios. Se ha verificado que, al trabajar con los módulos de un aula multisensorial, mejoró la calidad de vida tanto de los usuarios como de los docentes, pues estos no deberán realizar una planificación rígida para ejecutar sus clases. Por parte de los usuarios desarrollaron diferentes capacidades en cuanto respecta al nivel

psicomotor, habilidades sociales y sensoriales, también se mejoró la conducta y atención del 100% de los usuarios (González, 2020).

Una de las instituciones enfocadas en el avance de las TIC para beneficio de las personas con discapacidad es la Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca junto con el Grupo de Investigación Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIATAa). Durante todo este tiempo, sus investigadores trabajaron con diferentes prototipos que se explican a continuación.

Se desarrolló un prototipo de juego Arcade conformado por botones, un *joystick* ergonómico y una Raspberry Pi 4 que funciona con el sistema operativo RetroPie, mismo que actúa como emulador de videojuegos utilizados para trabajar en el desarrollo la motricidad fina de tres niños de siete años dos de ellos presentan discapacidad intelectual leve y moderada respectivamente y el tercero sin discapacidad, estimulando el movimiento y control de los dedos, manos y brazos, mejorando la coordinación ojo-mano, agarre digital y coordinación corporal. Antes de usar la terapia y luego de esta se aplicó el test TEPSI a los tres niños, obteniendo como resultado una mejora significativa en su motricidad fina (Merchán-García et al., 2020). Para la coordinación viso motora y las habilidades viso espaciales en niños de 3 a 6 años, se creó una caja de colores interactiva controlada mediante una aplicación móvil, que genera una retroalimentación instantánea al finalizar el juego mediante el uso de lógica difusa. Lo que se pretende es demostrar que gracias a este dispositivo con indicadores luminosos se han fomentado aprendizajes significativos, además de la estimulación sensorial, la atención y concentración. Para esto se realizaron pruebas con 45 niños de 4 a 6 años, quienes indicaron que el sistema propuesto en esta investigación generó una percepción altamente positiva en ellos (Parra-Astudillo et al., 2020). Para el desarrollo de estímulos sensoriales, kinestésicos, la motricidad fina y la lateralidad en niños de 3 a 5 años regulares o con síndrome de Down, los investigadores de la Universidad Politécnica Salesiana realizaron un sistema compuesto por un asistente robótico de bajo coste y una aplicación móvil, mismo que fue probado con 21 niños de una unidad educativa especializada pública. El asistente robótico cuenta con cuatro grados de libertad distribuidos en los brazos y en las ruedas, deslizándose para adelante y para atrás y de izquierda a derecha, además, dispone de una pantalla donde presenta diferentes expresiones faciales que servirán para dar una retroalimentación por cada actividad que el usuario realice. Por su parte la aplicación móvil fue desarrolla en el SO Android cuenta con un sistema recomendador encargado de almacenar datos personales de los usuarios, determinar su edad de desarrollo y su nivel educativo (Robles-Bykbaev et al., 2018).

3. Metodología

3.1. Estimulación sensorial

El desarrollo cognitivo en un humano ocurre en los tres primeros años de vida mediante la aplicación de diferentes técnicas, siendo la estimulación sensorial una de las más utilizadas, la cual busca trabajar en cada uno de los sentidos de la persona. Existen muchos beneficios de la estimulación sensorial infantil entre los más importantes se encuentran que: aumenta la curiosidad, concentración y atención, estimula la comunicación no

verbal, permite tener un conocimiento del propio cuerpo y las relaciones personales con los adultos, otros niños y animales (UNIR, 2022). El aprendizaje de los niños depende de las sensaciones y percepciones a los que se enfrentan en el entorno en el que se desenvuelven. Estas permiten el desarrollo de las funciones cognitivas básicas como la atención y la memoria, que darán paso después al desarrollo de las funciones cognitivas superiores como el razonamiento, resolución de problemas, la creatividad entre otros (ENESO, 2020; UNIR, 2022). A lo largo de la vida del niño, desde su nacimiento hasta los tres años, debe desarrollar algunas capacidades como la «noción del espacio, formación del símbolo, descubrir el mundo interior y exterior, desarrollo de la competencia cognitiva, lingüística y social» (González, 2020). Con lo antes expuesto se puede concluir que cuando un humano recibe una educación sensorial adecuada, es capaz de desarrollar sus capacidades sensoriales y potenciar su desarrollo cognitivo al máximo.

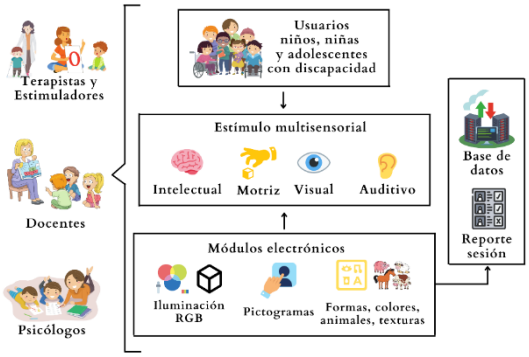


Figura 1 – Diagrama del sistema donde se aprecian las tres capas que permiten llevar a cabo el proceso de estimulación de sensopercepciones de niños con discapacidad

3.2. Módulos de estimulación de sensopercepciones

Cómo se indica en la Figura 1, los módulos servirán como herramientas para que los terapistas, estimuladores, docentes y psicólogos las apliquen como parte de sus sesiones de terapia, para trabajar con niños, niñas y adolescentes con discapacidad desarrollando sus estímulos visuales, intelectuales, motrices y auditivos. La información sobre la interacción del usuario con los módulos se envía a una base de datos, lo que permite generar informes reales sobre el progreso y desarrollo de las habilidades de cada uno de los usuarios, que son accesibles para los docentes de la institución educativa.

3.2.1. Módulo de formas, colores, animales y texturas

Este módulo permite a los niños y niñas trabajar en el ámbito de grafomotricidad. Se pretende incrementar sus habilidades en el área del lenguaje y la comunicación verbal y no verbal básica, mismas que favorecen la interacción social con sus pares. Así también ampliar su vocabulario y el uso de conceptos de nociones básicas como arriba-abajo, adentro-afuera, grande-pequeño, espacialidad derecha-izquierda, colores,

formas, texturas, tamaños, relaciones lógicas como secuenciación y clasificación, que fortalecerán el desarrollo cognitivo y psicomotor. Se conjuga aprendizajes significativos en el aprender haciendo o aprender construyendo, fundamento básico para una correcta enseñanza-aprendizaje en la primera infancia, ámbitos descritos en (Espinosa-Andrade, 2016), como se puede apreciar en la Figura 2. En cuanto a la parte tecnológica del módulo, el usuario debe trabajar directamente con las piezas de madera al colocar cada una de las figuras en los espacios designados. Una vez sensados se emite una señal sonora de la figura correspondiente. Estos datos son procesados por un microcontrolador (Arduino MEGA 2560) que nos permitirá conocer el número de interacciones de cada una de estas piezas.

3.2.2. Módulo de iluminación RGB y dado de colores

Fue creado para mejorar periodos de atención y concentración a través del uso de la luz. Ayuda al incremento de las capacidades cognitivas de resolución de problemas, uso de secuencias, tiempos y ritmos a seguir, logrando una relajación muscular y una correcta coordinación viso-percepción e incremento óculo-manual. Al realizar sesiones de relajación se podrá asociar el conocimiento de su entorno con lo vivido en cada terapia ayudando a reconocer habilidades y destrezas como figuras geométricas en 2D y 3D, colores primarios, secundarios, luces, formas y órdenes en primero y segundo plano de aprendizaje, desarrollando un entrenamiento de sus funciones ejecutivas, ámbitos desarrollados en (Espinosa-Andrade, 2016). Para su correcto uso el usuario deberá jugar con el dado y esperar a que caiga, el color de su cara superior será el mismo con el cual se enciende la cinta led de colores RGB colocados en la parte superior de la habitación. Para su funcionamiento los microcontroladores del dado y la cinta de colores se comunican mediante un protocolo de comunicación Bluetooth, siendo el dado, el que trabaja en modo maestro y determina el color de encendido, mientras que la cinta RGB trabaja de modo esclavo y recibe la orden de qué color encender.

3.2.3. Módulo de pictogramas

Dará mayor énfasis al área de lenguaje mediante el incremento y discriminación del vocabulario por campo semántico, la representación animal, acciones diarias, alimentos, personas, prendas de vestir, colores, útiles escolares, partes de la casa y transporte. El juego simbólico favorecerá a los usuarios verbales y no verbales para que puedan participar activamente en conversaciones mediante preguntas, oraciones, conversaciones simples y complejas con su entorno inmediato, a partir de la observación directa de objetos, logrando así una fluidez verbal, como se menciona en (Espinosa-Andrade, 2016). El *software* de este módulo se encuentra desarrollado en el lenguaje de programación JAVA e implementado en el computador personal de placa única Raspberry Pi 4, visualizado en una pantalla de 50 pulgadas, encapsulada dentro de un mueble de madera con un marco con tecnología infrarroja para lograr que la pantalla o cualquier superficie se torne táctil y así facilitar su usabilidad. El sistema consta de dieciséis campos semánticos con una cantidad aproximada de 192 imágenes y audios correspondientes a cada categoría. Para su uso la docente debe escoger la categoría, la cantidad de imágenes con la que va a trabajar según la sesión y el usuario, al seleccionar el menú «Nuevo ejercicio», como se indica en la Figura 2.

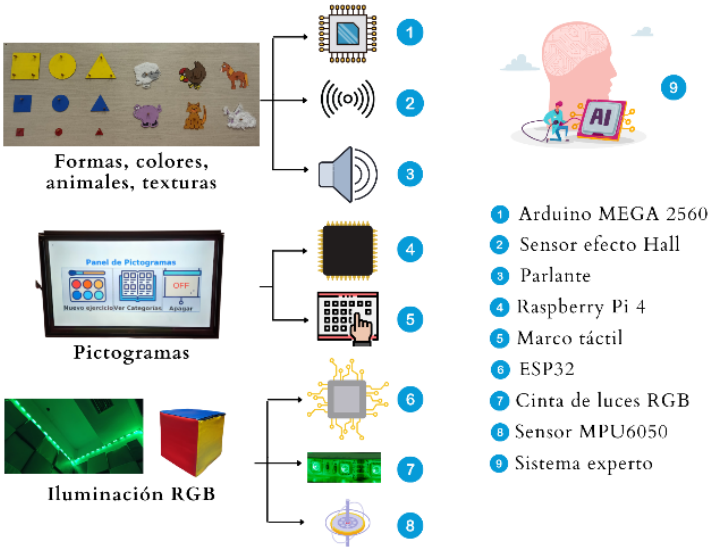


Figura 2 – Elementos electrónicos y de *software* que componen los módulos del sistema

3.3. Sistema experto

Esta propuesta incorpora un sistema experto que cuenta con una base de conocimiento y reglas definidas para cada uno de los módulos. El mismo que ha sido definido junto a un grupo de expertos en el área de Educación y Psicología, quienes determinaron las diferentes configuraciones y/o ejercicios por módulo, acorde con las distintas características de los niños, niñas y adolescentes asistentes a la institución educativa, Estas son por el tipo de discapacidad (intelectual y física), edad cronológica y edad de desarrollo. Para establecer dichas actividades, los expertos se basaron en el desarrollo de destrezas indicadas en el Currículo de Educación Inicial ecuatoriano, modelos de intervención para niños con discapacidad: modelo Denver de atención temprana como tratamiento para los trastornos del espectro autista (TEA), ABA, terapia cognitivo-conductual y modelos sensoperceptivos, entre otros descritos en (Rogers & Dawson, 2017). La aplicación de este sistema experto tiene como finalidad recomendar a los docentes, las mejores combinaciones de ejercicios y actividades para cada módulo de acuerdo con el perfil de los usuarios. Estas actividades y frecuencias pueden ampliarse, dependiendo de las necesidades y avances de cada estudiante.

En razón de lo antes mencionado, el sistema consta de varios componentes para que los docentes tengan acceso a la información de manera idónea. El sistema está integrado por tres componentes: 1) Módulo de microservicios encargado de gestionar las solicitudes y devolver las recomendaciones. 2) Una aplicación móvil que permite ingresar las características de los niños y solicitar una recomendación y 3) Módulos electrónicos descritos previamente, que usan los terapistas o docentes con los niños, según la configuración recomendada del sistema experto.

El sistema tiene como finalidad generar una recomendación de combinación de actividades y ejercicios para cada módulo, ver Figura 3, según los parámetros de edades y discapacidad antes mencionadas. Para que el sistema cumpla con su objetivo se han empleado dos herramientas principales para lograr un funcionamiento idóneo. La herramienta CLIPS para la generación del SE, en donde se ha definido las reglas y hechos solicitados por el docente y Python, como herramienta base que genera un API Rest y el uso del SE generado con CLIPS.

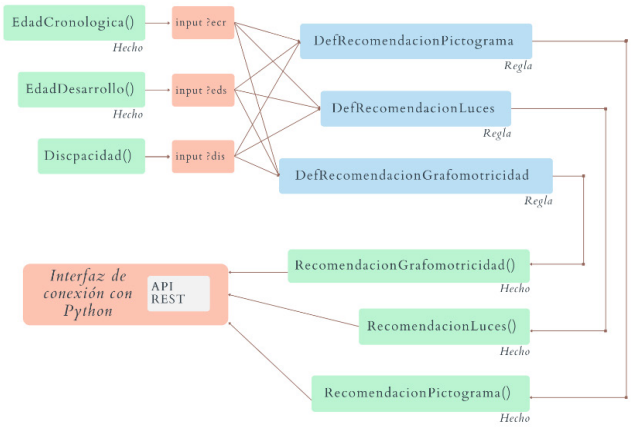


Figura 3– Ejemplo general de los hechos y reglas que permiten determinar la mejor configuración para cada módulo.

Los hechos iniciales, edadCronologica, edadDesarrollo y discapacidad, son la base para cada una de las reglas que definen las recomendaciones para los módulos, por medio de todas las combinaciones posibles de los hechos. La estructura del hecho resultante de la regla define características como:

- *Figuras*. Define el número de figuras que muestra el módulo de pictogramas.
- *SigFase*. Define el número de figuras que muestra el módulo de pictogramas, mismo que es trabajado por el niño, una vez complete con éxito el número indicado en el atributo previo.
- *Frases*. Número de frases que se trabaja con los pictogramas ya conocidos.
- *Secuencias*. Indica el número de pictogramas usados para generar secuencias de temáticas definidas.

Las 84 reglas siguen la misma estructura indicada previamente y permiten abordar los demás parámetros para brindar una recomendación apropiada.

Se desarrolló una aplicación móvil destinada para docentes y terapistas de la institución educativa. La aplicación tiene como finalidad identificar las actividades y ejercicios a

realizar por cada usuario al usar los distintos módulos, mediante una interfaz intuitiva y sencilla, la cual podemos apreciar en la Figura 4.

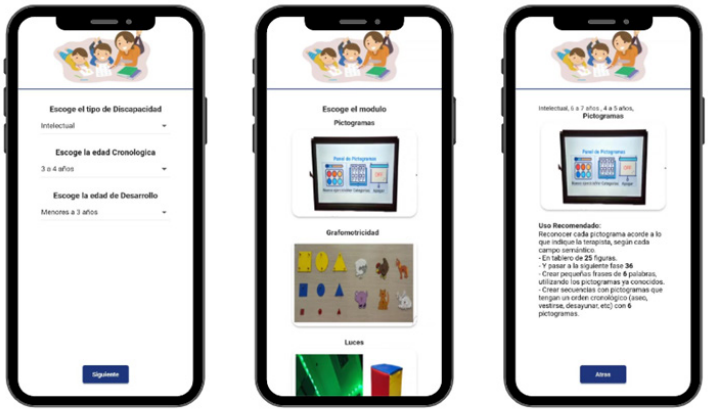


Figura 4– Capturas de pantalla de la aplicación. La imagen de la izquierda (a) corresponde a la pantalla inicial donde se ingresará los datos del niño, (b) opciones de los diferentes módulos, (c) resultado de la recomendación por parte del sistema experto.

- Interfaz de **ingreso de datos del niño**. Con esta función los docentes escogen los perfiles de los usuarios, mismos que han sido definidos como parámetros de entrada necesarios para el sistema experto.
- Interfaz de **opciones de módulos**. En este apartado aparecen listados los tres módulos disponibles. El docente debe escoger cuál de estos va a utilizar en la sesión de trabajo; dicha elección permite navegar a la última pantalla de resultado de la recomendación.
- Pantalla de **resultado de la recomendación**. En esta pantalla se visualiza el resultado del sistema experto, el cual indica al docente, la configuración idónea de actividades y ejercicios para el uso del módulo seleccionado.

4. Resultados

Con el objetivo de realizar un proceso inicial de evaluación de los módulos de formas, colores, animales y texturas, iluminación RGB y dado de colores y pictogramas, se aplicaron dos encuestas a dos grupos de voluntarios. En el primer caso, se trabajó con un grupo de expertos de las áreas de Educación y Psicología, con los perfiles que se describen en la Tabla 1:

Como se puede apreciar, los expertos tienen un apropiado nivel de experiencia tanto como profesionales (media de 18 años, DS de 8,57) como con el trabajo con niños con discapacidad (media de 3,3 años, DS de 5,77). A fin de analizar las valoraciones de los expertos en relación con los módulos de estimulación de sensopercepciones se aplicó una encuesta organizada en dos grandes bloques.

Experto	Género	Años de experiencia profesional	Años de experiencia en el trabajo con niños con discapacidad	Profesión
1	M	6	4	Psicólogo clínico
2	F	25	10	Psicóloga infanto-juvenil
3	F	12	11	Neuropsicóloga
4	F	22	16	Docente
5	F	25	25	Psicóloga clínica infantil

Tabla 1 – Perfiles de los participantes en el proceso de valoración inicial de los módulos de estimulación de sensopercepciones.

En el primero se incluyeron once preguntas de carácter demográfico (nombres y apellidos, género, edad, lugar de trabajo, estado civil, profesión, años de experiencia como profesional, años de experiencia en el trabajo con niños con discapacidad, si ha trabajado en el área de terapia y área de intervención terapéutica donde desempeña su labor), mientras que en el segundo bloque se plantearon veintidós preguntas (escala de Likert) para determinar diversos aspectos de los módulos de estimulación de sensopercepciones.

- Facilidad de manejo de cada módulo
- Factibilidad de que los niños con discapacidad aprendan sobre colores, formas, tamaños y texturas a través del módulo de grafomotricidad
- Factibilidad de que los módulos permitan a los niños con discapacidad desarrollar los siguientes aspectos:
  - Ámbito relación lógico-matemático, la motricidad, la orientación espacial y lateralidad, y el desarrollo intelectual
- Apoyo que brinda el módulo de grafomotricidad para que los niños reciban y ejecuten consignas
- Posibilidad de que el módulo de iluminación ayude en el aprendizaje de colores primarios y sus combinaciones a los niños
- Factibilidad de que los niños aprendan la relación entre el pictograma y la onomatopeya con el módulo de pictogramas.

Con este fin, se realizaron varias sesiones demostrativas donde los expertos pudieron interactuar con los módulos y observar todas las funcionalidades y estímulos que presentan durante la sesión de trabajo.

Una vez aplicadas las encuestas, se procedió a generar un diagrama de cajas y bigotes a fin de determinar los patrones de evaluación de los expertos. Es importante destacar que los expertos realizaron cuatro veces la valoración, considerando que los módulos se usarán con niños con cuatro tipos de discapacidad (en general): visual, intelectual, auditiva y física.

Como se puede apreciar en la Figura 5 las medias de las votaciones de los expertos para el caso de discapacidad visual son de 4.13, 3.72, 4.18, 4.81 y 3.45 para cada experto V1, V2, V3, V4 y V5, respectivamente.

Para los casos de discapacidad intelectual, auditiva y visual se tienen los siguientes valores de las medias en las valoraciones, respectivamente: 4.13, 4.09, 4.5, 4.77 y 4.40, 4.13; 3.95, 4.09, 4.81 y 3.81; 4.09, 3.81, 3.77, 4.81 y 4.54. Como se puede apreciar existe variabilidad entre las medias, y en el caso del experto 5 (V5) las valoraciones presentan una importante dispersión para los casos de discapacidad visual y auditiva. También se puede observar la presencia de *outliers* para los expertos 3, 4 y 5, lo que indica que se tienen patrones de valoración similares para los criterios descritos anteriormente, y algunas valoraciones que contrastan con dichos patrones.

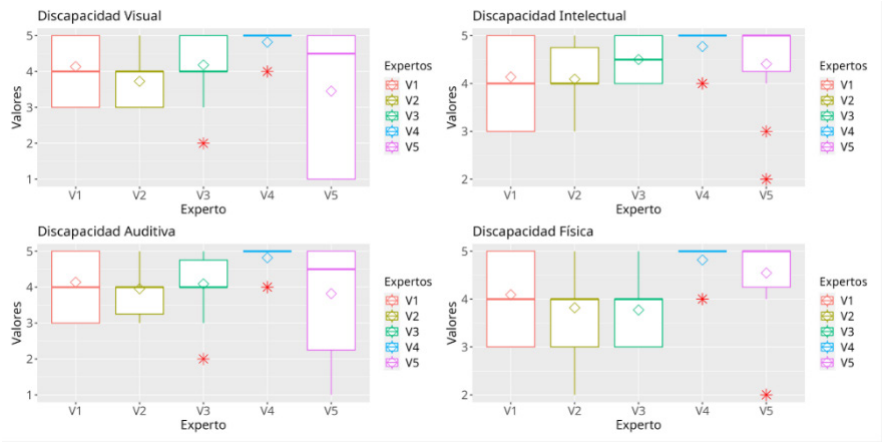


Figura 5 – Diagrama de cajas y bigotes de las valoraciones de los expertos con relación a los módulos de estimulación de sensopercepciones.

Por otra parte, el segundo grupo de voluntarios se conformó por siete docentes de la Escuela de Educación Básica Especial Jesús para los Niños, ubicada en la ciudad de Cañar (provincia del Cañar).

En este caso, un grupo de cuatro niños interactuaron realizando diversos ejercicios con los módulos con el apoyo y la observación de los siete docentes. Luego de ello, se aplicó la encuesta descrita anteriormente a los docentes, a fin de conocer cómo fue la percepción de los criterios antes señalados considerando la observación realizada por el grupo de voluntarios que se describen en la Tabla 2.

Experto	Género	Años de experiencia profesional	Años de experiencia en el trabajo con niños con discapacidad	Profesión
1	F	11	1	Licenciada en Ciencias de la Educación
2	F	25	25	Licenciada en terapia ocupacional
3	F	3	2	Licenciada en Ciencias de la Educación

Experto	Género	Años de experiencia profesional	Años de experiencia en el trabajo con niños con discapacidad	Profesión
4	F	10	10	Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Especial y Preescolar
5	F	15	7	Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Especial y Preescolar
6	F	14	14	Licenciada en Tecnologías de estimulación temprana en salud
7	F	5	5	Licenciada en fonoaudiología

Tabla 2 – Perfiles de los profesores que participaron del proceso de valoración inicial de los módulos de estimulación.

Como se puede apreciar en la Figura 6 las medias de las votaciones de los docentes para el caso de discapacidad visual son 3.86, 3.95, 3.95, 4.04, 3.77, 4.04 y 3.86 para cada docente V1, V2, V3, V4 y V5, respectivamente. Para los casos de discapacidad intelectual, auditiva y visual se tienen los siguientes valores de las medias en las valoraciones, respectivamente: 4.31, 3.95, 4.18, 4.04, 4.0, 4.81 y 4.18; 4.40, 3.95, 4.22, 4.04, 3.81, 4.77 y 4.31; 4.5, 3.86, 4.22, 4.0, 4.0, 4.54 y 4.09. Como se puede apreciar existe variabilidad entre las medias, sin embargo, dicha variabilidad es menor que en el caso de los expertos. También se puede observar la presencia de *outliers* para todos los docentes, y en los valores de los docentes en todos los casos no se aprecia variación y un rango intercuartil 3 marcado.

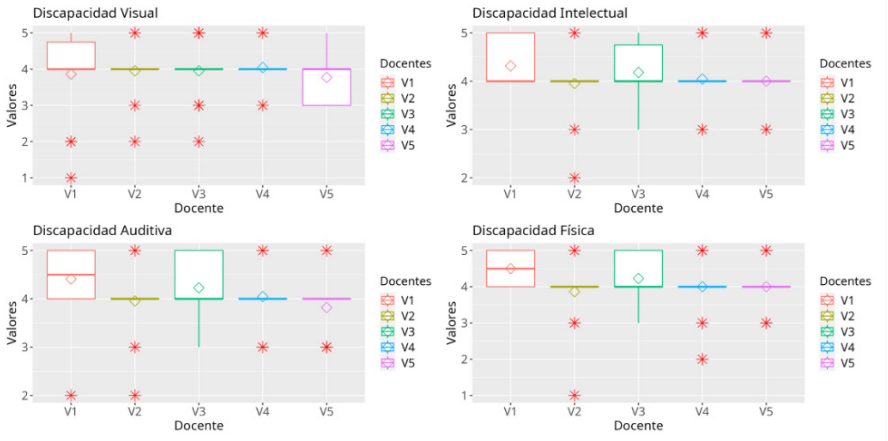


Figura 6– Diagrama de cajas y bigotes de las valoraciones de los docentes sobre la respuesta de los niños durante el proceso de interacción con los módulos.

5. Conclusiones

Con el análisis estadístico aplicado en este proyecto se pudo demostrar que hay un consenso preliminar entre expertos y docentes, quienes han experimentado el uso de estas herramientas con niños con discapacidad. Dicho análisis ha permitido constatar que estos módulos multisensoriales ayudan en el proceso educativo y con la intervención de los niños, niñas y adolescentes con discapacidad. Por otra parte, se puede indicar que los módulos que conforman la plataforma constituyen una herramienta innovadora que responde a las realidades reales que tienen los niños con discapacidad que son atendidos en la Escuela de Educación Básica Especial Jesús para los Niños, ya que se adaptan a sus necesidades e incorporan sistemas de monitoreo y de soporte a la toma de decisiones a través del sistema experto basado en reglas. Asimismo, su estructura y sistema de comunicación permite que se puedan desarrollar nuevas funcionalidades para ampliar el servicio y responder a los requerimientos de la población que se vaya incorporando a le escuela.

Referencias

CONADIS. (2022). *Estadísticas de Discapacidad – Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades*. Estadísticas de Discapacidad. https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/

ENESO. (2020). *Eneso Sense, tecnología para salas de estimulación multisensorial—Eneso*. https://www.eneso.es/blog/eneso-sense-tecnologia-salas-estimulacion-multisensorial/

Espinosa-Andrade, A. (2016). *Currículo de Educación Inicial 2014*. Ministerio de Educación del Ecuador. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CURRICULO-DE-EDUCACION-INICIAL.pdf

González, S. G. (2020). El uso de las TIC en la estimulación: La sala multisensorial. *Contribuciones de la tecnología digital en el desarrollo educativo y social*, 49-59.

Liza, N. (2022). Mejora de la estimulación multisensorial mediante la narrativa: Estudio de caso en parálisis cerebral. *Trances: Transmisión del conocimiento educativo y de la salud*, *14*(3 (MAY-JUN)), 111-151.

Merchán-García, D. A., Enriquez-Mancheno, A. S., Uguna-Uguna, V. H., Suquilanda-Cuesta, P. F., & Robles-Bykbaev, V. E. (2020). Development of an arcade controller for children with intellectual disabilities to improve fine motor skills through video games. *2020 IEEE Games, Multimedia, Animation and Multiple Realities Conference (GMAX)*, 1-4.

Parra-Astudillo, A., Pérez-Muñoz, A., Robles-Bykbaev, V., Robles-Bykbaev, Y., & Suquilanda-Cuesta, P. (2020). An interactive box based on fuzzy logic, mobile apps, and light indicators to stimulate the visuomotor, visual perception and cognition skills in children from 3 to 6 years. *2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, 1-5.

Robles-Bykbaev, V., Andrade-Prieto, E., Solorzano-Guerrero, P., Robles-Bykbaev, Y., Pesantez-Aviles, F., & Parra-Astudillo, A. (2018). An educational support tool based on robotic assistants, mobile apps, and expert systems for children with Down syndrome. *2018 IEEE XXV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)*, 1-4.

Rogers, S. J., & Dawson, G. (2017). *Modelo Denver de atención temprana para niños pequeños con autismo: Estimulación del lenguaje, el aprendizaje y la motivación social* (2a. ed). Autismo Ávila.

UNIR. (2022). *Estimulación sensorial en Educación Infantil y su importancia*. UNIR. https://www.unir.net/educacion/revista/estimulacion-sensorial-educacion-infantil/

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

Recebido/Submission: 26/11/2022
Aceitação/Acceptance: 22/02/2023

Optimización de rutas en bases de datos espaciales para solución de problemas logísticos de transporte

Alvaro Enrique Ortiz[1], Luz Angela Rocha[2]

aeortizd@udistrital.edu.co; lrocha@udistrital.edu.co

[1-2] Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Ingeniería Catastral y Geodesia, Facultad de ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC). Sede principal: Carrera 7 No. 40B - 53. Bogotá D. C., Colombia

Pages: 283-294

Resumen: Este artículo presenta una solución a problemas donde es necesario encontrar los trayectos óptimos de rutas cuando se requiere pasar por muchos sitios y se cuenta con una flota de vehículos para realizar los recorridos en un ambiente urbano. Se aplican diferentes procesos como de encontrar las rutas óptimas, geo-codificación y una novedosa propuesta de un algoritmo de agrupación "agrupamiento de ruta" que ajusta la cantidad de miembros a cada grupo y a un número determinado de clústeres mientras simultáneamente determina el orden de recorrido de la ruta por cada clúster. El caso de estudio es la simulación de rutas escolares en un colegio que debe recoger a sus estudiantes en la ciudad de Bogotá. La información espacial se toma de la infraestructura de datos espaciales del distrito capital (IDECA) que se complementa con la base de datos de estudiantes del colegio. Todas las operaciones se realizan directamente en la base de datos PostgreSQL con las extensiónes PostGIS y pgRouting.

Palabras-clave: Ciencia de datos espaciales, bases de datos espaciales, optimización de rutas, minería de datos espacial.

Optimization of routes in spatial databases to solve logistic problems

Abstract: This article presents a solution to problems where it is necessary to find the optimal trajectory of routes when it is necessary to go through many places and there is a fleet of vehicles to carry out the routes in an urban environment. Different processes are applied such as finding the optimal routes, geo-coding and a novel proposal for a clustering algorithm "route grouping" that adjusts the number of members to each group to a specific number of clusters while simultaneously determining the order of travel of the path for each cluster. The case study is the simulation of school routes in a school that must pick up its students in the city of Bogotá. The spatial information is taken from the Bogotá data infrastructure (IDECA) which is complemented by the college's student database. All operations are performed directly in the PostgreSQL database with the PostGIS and pgRouting extensions.

Keywords: Spatial data science, spatial databases, route optimization, spatial data mining.

1. Introducción

Muchos de los problemas de logística en transporte necesitan de una planeación cuidadosa que debe optimizar los recursos disponibles a fin de reducir costos y simultáneamente agilizar los tiempos de los recorridos. Si se cuenta con la información espacial del ambiente en el cual se desarrollan los recorridos, más la información del inicio y destino de los recorridos, es posible automatizar una planeación efectiva de los diferentes recorridos que utilice la capacidad de transporte de la que se dispone, y lograr optimizar los tiempos y recursos invertidos.

La ciencia de datos (Brodie, 2019), es un enfoque multidisciplinario que permite usar los datos para conseguir información útil, lo que significa que debe transformar, organizar, modelar, analizar, visualizar y comunicar la información con la que se cuenta, para logar obtener los datos que se desean. En este mismo sentido, la ciencia de datos espaciales (Bação et al., 2020), consigue información útil a partir de datos espaciales en combinación con otros datos.

La planeación de rutas es un problema de logística para muchas empresas, si bien existen algoritmos de ruteo, resultan insuficientes en muchos casos, necesitando realizar aplicaciones a la medida como en el caso (Da et al., 2017). Si aplicamos la ciencia de datos espaciales para automatizar la planeación efectiva de los recorridos que se requieren realizar con los vehículos disponibles o necesarios para realizar el trabajo, se puede reducir los tiempos de desplazamiento y por lo tanto los costos de operación. La información de los recorridos se podrá visualizar gráficamente sobre un mapa en el ambiente de operación.

2. Caso de estudio

Como caso de estudio para realizar un enfoque práctico, se toma la información de un colegio que debe cubrir las rutas de sus estudiantes desde la casa de cada uno de ellos hasta la sede del colegio, y por supuesto de regreso a las respectivas casas de los estudiantes.

Se escoge un colegio de la red de colegios distritales de la ciudad de Bogotá D. C. (Colombia), y se simulará la información de 250 estudiantes en un radio de 6 kilómetros alrededor del colegio. Se cuenta con la información de contacto de los estudiantes en la base de datos del colegio, incluyendo la dirección, que se utiliza para saber hasta dónde tiene que llegar la ruta.

Se requiere información referente a la ciudad, como las manzanas, vías, colegios, ejes de nomenclatura, placas domiciliares, que serán utilizadas en el proceso de análisis de información para automatizar el proceso de selección de rutas.

La base de datos que contiene toda la información espacial y de los estudiantes está en PostgreSQL y hace uso de la extensión espacial PostGIS para el manejo y análisis de información espacial, como también de pgRouting para aplicar los algoritmos de ruteo. También se usará el software de sistema de información geográfica QGIS, como visor de información.

3. Datos y fuentes de información

La fuente primaria de la información en lo referente a Bogotá se consigue en la Infraestructura de Datos Espaciales del Distrito Capital (IDECA). Cada colegio debe contar con la base de datos de sus estudiantes en donde se registra la dirección de residencia de los estudiantes, en este ejemplo usaremos una tabla creada en PostgreSQL donde registraremos un nombre y una dirección para cada uno de los 500 estudiantes, llenaremos el campo del identificador del estudiante con un número secuencial, el nombre del estudiante con el texto "Estudiante " y el número del identificador, y una dirección aleatoria en un radio de entre 1000 y 6000 metros alrededor del colegio, la tabla de Estudiantes creada en la base de datos se llenará de forma automática mediante unas funciones en PostgreSQL.

La información de IDECA que se utilizará en la aplicación será:

- Manzanas, 43.887 registros
- Vías, 139.089 registros
- Placas Domiciliares, 1'789.583 registros
- Colegios, 2.539

Se escogerá aleatoriamente un colegio, al cual se le asociará la información de la tabla de estudiantes, ver figura 1.

Las direcciones de los estudiantes también se seleccionarán aleatoriamente en un radio de 6000 metros alrededor del colegio, siendo la distancia sea superior a 1000 metros, ya que los estudiantes que viven cerca al colegio pueden llegar caminando él.

Para el caso de estudio, la tabla de estudiantes también es generada de forma automática, con un identificador secuencial entre los números 1 y 250, y el nombre será 'Estudiante' agregándole el número del identificador, la tabla 1, muestra los primeros registros de la tabla de estudiantes.

	id [PK] bigint	nombre character varying (30)	direccion character varying (50)
1	1	Estudiante 1	KR 111D # 67 08
2	2	Estudiante 2	CL 64C # 104 53
3	3	Estudiante 3	CL 75A # 77B 35
4	4	Estudiante 4	KR 100C # 129C 77
5	5	Estudiante 5	CL 126C # 118A 65

Tabla 1 – Primeros registros de la tabla Estudiantes en la base de datos

Por supuesto que un colegio tendrá más atributos asociados a los estudiantes, y seguramente tendrá un esquema de tablas que incluyan las asignaturas, notas, profesores, etc., pero esta información es irrelevante para efectos del ejercicio del caso de estudio.

4. Proceso de análisis espacial

Para la realización de los diferentes análisis que se realizan con la información espacial, se hará uso de varios algoritmos que tienen que ver con la geocodificación, agrupamiento, determinación del orden de recorrido y rutas óptimas.

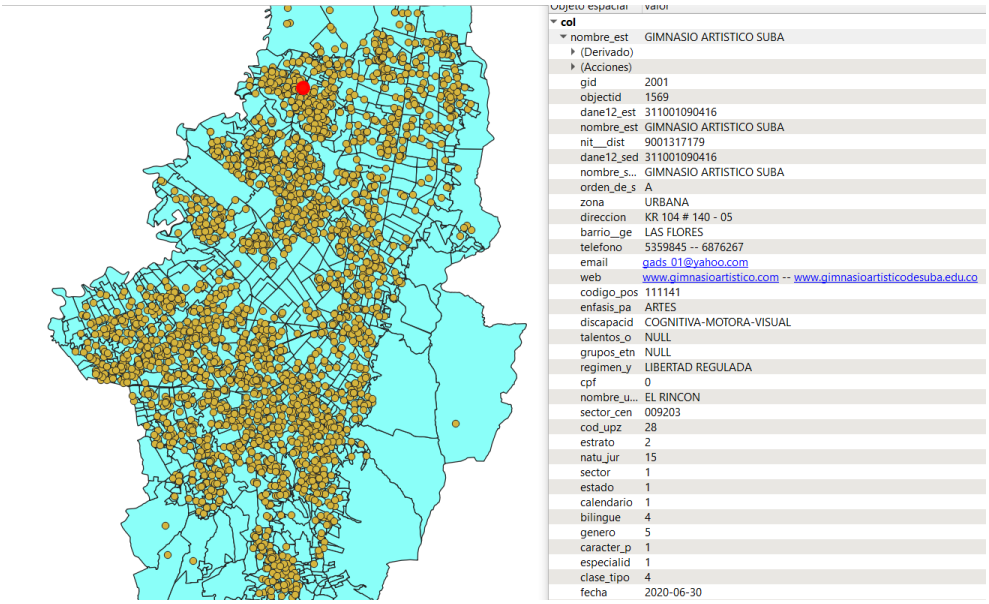


Figura 1 – Vista de los colegios de Bogotá y el colegio seleccionado.

4.1. Geocodificación

Inicialmente se requiere realizar un proceso de georreferenciación de la dirección de cada uno de los estudiantes, este proceso se denomina *Geocodificación* (McDonald et al., 2017), y consiste en la conversión de datos de ubicación descriptivos, como una dirección postal, o un lugar designado, en una referencia geográfica absoluta (Wilson & Knoblock, 2007). La geocodificación se basa en un algoritmo de coincidencia que intenta determinar la ubicación de la dirección en un rango de direcciones de un conjunto de datos de referencia (Owusu et al., 2017).

Usualmente el algoritmo de coincidencia está integrado a un localizador de direcciones, el cual crea una geometría para descripciones textuales de direcciones. La codificación geográfica de las calles es la técnica más usada, donde el algoritmo realiza una interpolación lineal de la dirección dentro de un rango de números de dirección y la polaridad del segmento de calle. La figura 2 describe el proceso general realizado por los algoritmos de geocodificación.

En PostgreSQL se encuentra las funciones para realizar el proceso de geocodificación generando, a partir de la dirección de entrada, un conjunto de posibles ubicaciones que incluyen una geometría punto con una calificación, cuanto menor sea la calificación

más probable será la coincidencia. Para poder usar esas funciones es necesario instalar las extensiones postgis, postgis_tiger_geocoder (Honduvilla & Manso Callejo, 2010), fuzzystrmatch y address_standardizer, se deben realizar modificaciones para que el sistema de direcciones de Bogotá funcione con los procedimientos del geocodificador.

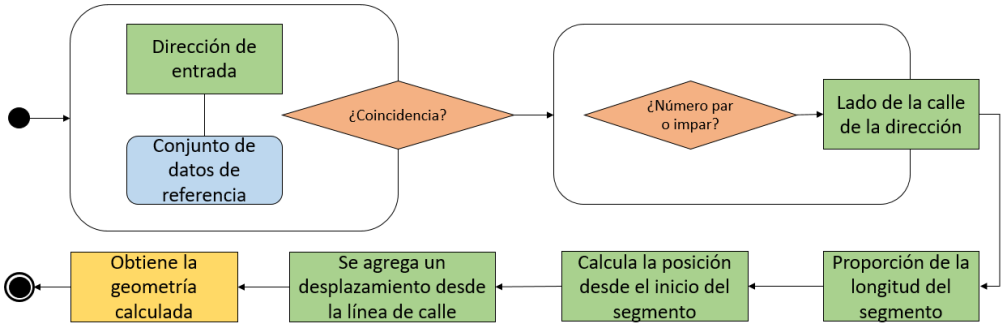


Figura 2 – Proceso de geocodificación.

Afortunadamente IDECA (*Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá*, s. f.), cuenta con una capa espacial que incluye las placas domiciliares que incluyen la dirección como atributo, por lo que se puede usar esta capa para identificar la dirección, y se asocia al estudiante que coincida con la dirección de la base de datos, obteniéndose las ubicaciones de vivienda de los estudiantes como se muestra en la figura 3, donde los puntos amarillos corresponden a las viviendas de los estudiantes y el punto rojo al colegio.

Cabe notar que la geodificación presenta errores en la estimación del punto de la dirección de entrada, ya que la interpolación es un proceso estadístico que se basa en el número registrado de la dirección, el cual también es una estimación de distancia.

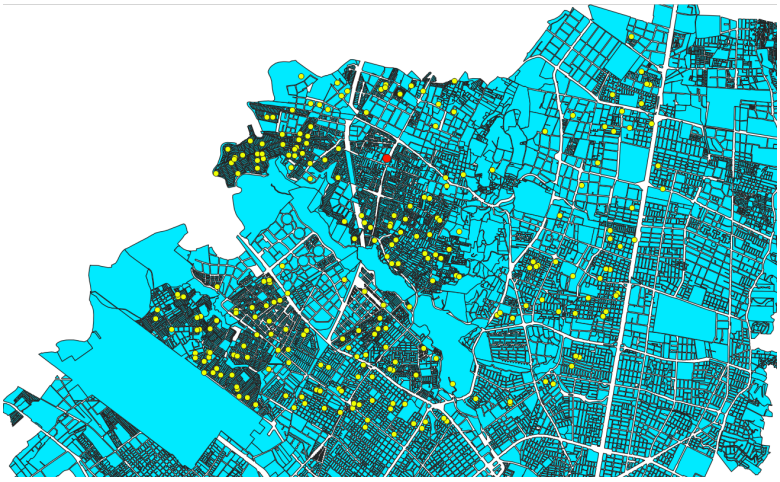


Figura 3 – Geocodificación de las direcciones de los estudiantes.

Teniendo la georeferencia de las direcciones, ahora hay que agruparlas por cercanía entre ellas para identificar a los estudiantes de cada ruta. Existen dos casos que se pueden presentar: 1- se cuenta con un número específico de buses y hay que acomodar la cantidad de estudiantes a ellos, y 2- se agrupan los estudiantes por tamaños de grupos y del resultado se sabe cuántos buses se requieren para cubrir las rutas.

4.2. Agrupamiento – K-means

La agrupación es la tarea de agrupar un conjunto de objetos de modo que los objetos similares terminen en el mismo grupo y los objetos diferentes se separen en grupos diferentes (Shalev-Shwartz, 2014), para nuestro caso las similitudes entre los objetos corresponden a la cercanía en distancia euclidiana. Quizás el algoritmo más simple para detectar grupos de datos se conoce con el nombre de k-means (Morissette & Chartier, 2013), la "k" en el nombre indica el número solicitado de clústeres, un parámetro cuyo valor es proporcionado por el usuario (Kubat, 2017). La figura 4 ilustra el proceso general del algoritmo K_Means.

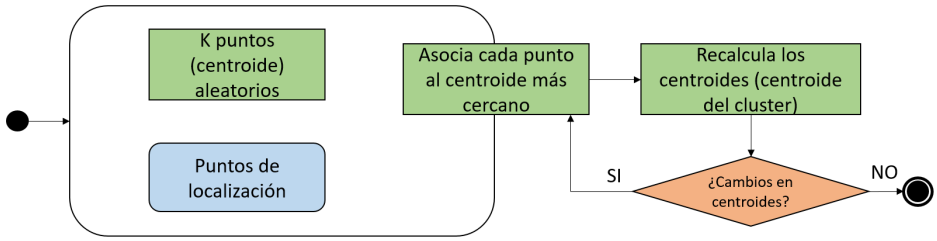


Figura 4 – Proceso de agrupamiento con K-Means

Este algoritmo se ajusta al caso en que se cuenta con un número específico de buses (K cluster) para acomodar el recorrido a los estudiantes de cada grupo, pero no se controla el número máximo de miembros del clúster.

4.3. Agrupamiento - DBScan

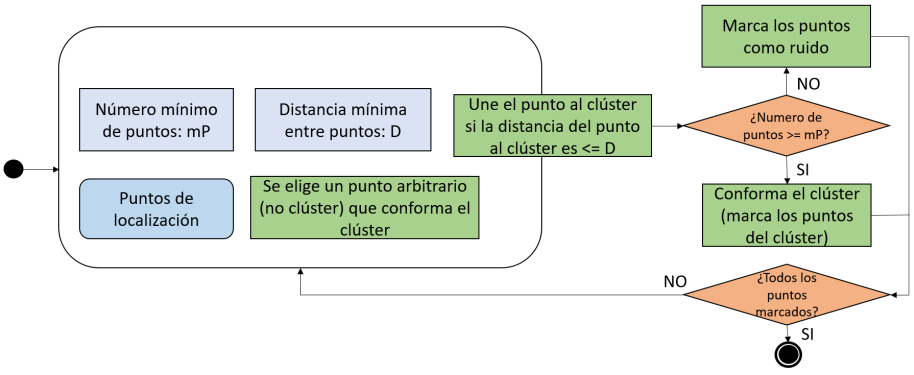


Figura 5 – Proceso de agrupamiento con DBScan

Otro algoritmo de agrupación muy utilizado es el algoritmo DBScan, es usado para el agrupamiento espacial basado en densidad de aplicaciones con ruido, propuesto en (Ester et al., 1996), donde modela los clústeres como cúmulos de alta densidad de puntos, donde si un punto pertenece a un clúster debe estar cerca de un montón de puntos de dicho clúster, ver proceso en la figura 5.

El algoritmo DBScan se ajusta al caso en el que no se sabe cuántos clúster (buses en nuestro ejemplo) son necesarios, pero tiene la desventaja que pueden haber estudiantes sin un grupo asociado, y no se controla el número máximo de miembros del clúster.

4.4.Algoritmo propuesto: Agrupamiento de rutas

Para solventar las desventajas de los algoritmos de agrupamiento anteriores, se propone el algoritmo de grupo de ruta, el cual está pensado para seleccionar los miembros del grupo que faciliten el recorrido de una ruta. Este algoritmo parte del punto más alejado a un punto central o centro de acopio, y empieza a seleccionar sus miembros por el punto más cercano a cada nuevo miembro del clúster, de tal forma que define simultáneamente el orden de recorrido de la ruta a seguir. El recorrido termina cuando el tamaño máximo del clúster se alcance, así también optimiza los recursos de transporte, y permite además ajustar diferentes capacidades de los buses a grupos particulares.

El algoritmo recibe como información de entrada el grupo de puntos (*GP*) el punto central (*PC*), el número máximo de miembros por grupo (*T*), el número máximo de clúster (*N*) y usa distancia máxima de busque del siguiente miembro (*D*). El algoritmo se describe a continuación:

==========

Inicio Grupo_Ruta (***GP, PC, T, N, D***)

J=1, ***G***=1

Mientras haya puntos sin agrupar **AND** ***G*** <= ***N***

i=1, ***d***=0

P = Punto de ***GP*** no marcado y más lejano de ***PC***

Marque_punto (***P, G, i***) # marca el punto ***P*** en el grupo ***G*** y orden ***i***

i = ***i*** + 1

Mientras ***i*** <= ***T*** **AND** ***d*** <= ***D***

Q = Punto no marcado y más cercano a ***P***

d = distancia (***P***, ***Q***)

Si ***d*** <= ***D***

Marque_punto (***Q, G, i***)

i = ***i*** + 1

Fin Si

P* = *Q

Fin Mientras

***G* = *G* + 1**

Fin Mientras

Fin Grupo_Ruta

==========

Para el caso del ejercicio se implementa el algoritmo como una función en PosgreSQL y PostGIS, recibiendo como entrada 250 ubicaciones de estudiantes (puntos amarillos) ver figura 6.



Figura 6 – Puntos de posiciones a ser agrupados

Y obtenemos 10 grupos de 25 estudiantes para generar las rutas como se observa en la figura 7.

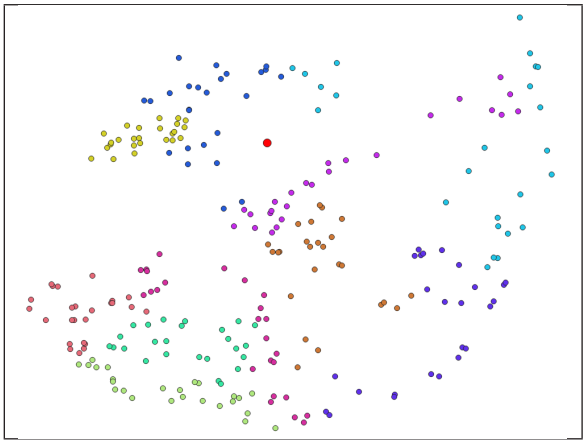


Figura 7 – Puntos de posiciones agrupados

En la base de datos la tabla de las placas tendrá los campos “grupo” y “num” para indicar el grupo y el orden de recorrido para generar la ruta hacia el colegio.

El algoritmo de puede adaptar fácilmente a la cantidad de cupo de cada vehículo, si en la base de datos se registra la cantidad de pasajeros de cada vehículo, esto hace al algoritmo de agrupamiento de rutas fácilmente adaptable a diferentes situaciones. En caso de no saber el número exacto de buses, se puede seleccionar un número grande haciendo que cuando se agoten los miembros el algoritmo termine, o simplemente si se quiere llenar el cupo completo de todos los buses se selecciona un número grande de distancia máxima de búsqueda de miembro para el grupo, así siempre llena el cupo completo de cada vehículo.

4.5. Generación de rutas - Dijkstra

Identificados el origen de cada una de las rutas y las subsiguientes paradas para cada uno de los estudiantes, sólo falta trazar las rutas respectivas por las vías de la ciudad. El algoritmo de caminos mínimos, o algoritmo de Dijkstra (Javaid, 2013), es muy apropiado para su implementación, ya que necesita el punto origen (nodo inicial), punto destino (nodo final) y un grafo, que para nuestro caso, se construye de las vías que conforman las aristas del grafo, y las intersecciones de las vías constituyen los nodos del grafo. Las aristas del grafo necesitan un peso, o valor que se tiene en cuenta para que se pueda seleccionar el camino mínimo, el peso será la longitud de la arista.

Se desarrolla un algoritmo implementado como procedimiento en la base de datos, donde se tiene inicialmente la información de las vías en tabla_vias, la información de las placas de los estudiantes en tabla_plac, y la información del colegio en tabla_col. Con la información almacenada en las tablas mencionadas, el algoritmo que construye las rutas por cada grupo se describe como:

==========

Inicio Ruta_Grupo ()

Crear_tabla ruta (gid, geom, cost, grupo);

Crear_tabla rutas (grupo, geom);

g = **valor_max**(grupo) tabla_plac;

Para gg=1 **hasta** g

c = **conteo**(*) tabla_placas **cuando** grupo=gg

Para nn=1 **hasta** c-1

Inserte tabla_ruta(gid, geom, cost, grupo) de tabla_vias **cuando** eje en

pgr_dijkstra (‘gid, inicio, final, costo de tabla_vias’,

(**selecione** nodo de tabla_plac **cuando** grupo=gg AND n=nn),

(**selecione** nodo de tabla_col **cuando** grupo=gg AND n=nn+1))

Fin Para

Inserte tabla_ruta(gid, geom, cost, grupo) de tabla_vias **cuando** eje en
pgr_dijkstra ('gid, inicio, final, costo de tabla_vias',
(**selecione** nodo de tabla_plac **cuando** grupo=gg AND n=c),
(**selecione** nodo de tabla_col))
Inserte tabla_rutas
(**seleccione** gg, st_union(geom) de tabla_ruta **cuando** grupo=gg)
Fin Para
Fin Ruta_Grupo

==========

El resultado de la ejecución del procedimiento generará todas las rutas después de recorres cada grupo ingresándola a la tabla rutas. Cada una de las rutas es construida usando el algoritmo de dijkstra de la extensión rgRouting (***pgRoutingDocumentation.pdf***, s. f.) entre dos placas de los estudiantes. Como la placa no se encuentra exactamente sobre la red vial, se escogerá el nodo de las vías más cercano a la placa. Cada tramo de la ruta generado se une espacialmente hasta conformar la ruta para el grupo, la cual se representa con un color diferente en la figura 8.

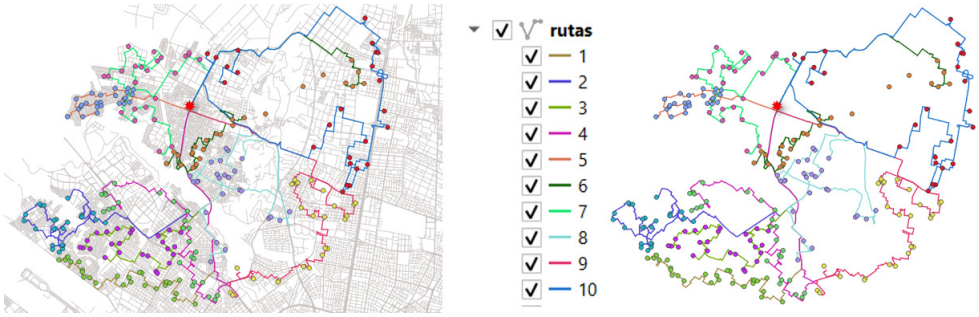


Figura 8 – Rutas generadas por el procedimiento de ruteo

5. Conclusiones

El algoritmo propuesto por agrupamiento de rutas, resulta muy útil al ser adaptable a la cantidad de ocupantes por cada vehículo que realiza la ruta, por supuesto se puede adaptar a cualquier tipo de capacidad, en donde en la medida que se avanza en el recorrido de la ruta, la capacidad se va ocupando hasta que se llene. El algoritmo se adapta a diferentes vehículos con distintas capacidades.

La implementación del algoritmo sobre una base de datos espacial, permite tener la abstracción de las rutas de forma gráfica, y el cálculo exacto de sus longitudes, además

de una descripción textual del orden del recorrido por las calles de la ciudad. PostgreSQL al ser herramienta de base de datos libre, y contar con las extensiones para manejo de información espacial y cálculo de rutas, permite implementar el algoritmo mediante PL/PgSQL lo que facilita su implementación y utilización.

La combinación de métodos y algoritmos utilizados ha permitido adaptar la base de datos espacial a la funcionalidad requerida, permitiendo dar solución a problemas específicos mediante diferentes técnicas de ciencia de datos espaciales, esta adaptabilidad convierte a la base de datos como base fundamental de una arquitectura para solucionar problemas que requieren análisis espacial y herramientas computacionales de programación para complementar el análisis espacial.

Referencias

Bação, F., Santos, M., & Behnisch, M. (2020). Spatial Data Science. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *9*, 428. https://doi.org/10.3390/ijgi9070428

Brodie, M. (2019). *What Is Data Science?* (pp. 101-130). https://doi.org/10.1007/978-3-030-11821-1_8

Da, Z.-Y., Yang, W.-J., Ran, P.-P., Qian, X.-G., Shao, S., Pan, S., Shi, B.-J., Li, Y., He, R.-L., & Xiao, Y.-H. (2017). Design of Logistics Route Planning for Printing Enterprises Based on Baidu Map. *ITM Web of Conferences*, *11*, 10001. https://doi.org/10.1051/itmconf/20171110001

Ester, M., Kriegel, H.-P., Sander, J., & Xu, X. (1996). *A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise*. 226-231.

Honduvilla, I., & Manso Callejo, M. Á. (2010). *Servicio web de Geocodificación para Cartociudad*.

Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2018, de https://ideca.gov.co

Javaid, A. (2013). Understanding Dijkstra Algorithm. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.2340905

Kubat, M. (2017). *An Introduction to Machine Learning*.

McDonald, Y., Schwind, M., Goldberg, D., Lampley, A., & Wheeler, C. (2017). An analysis of the process and results of manual geocode correction. *Geospatial Health*, *12*. https://doi.org/10.4081/gh.2017.526

Morissette, L., & Chartier, S. (2013). The k-means clustering technique: General considerations and implementation in Mathematica. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, *9*, 15-24. https://doi.org/10.20982/tqmp.09.1.p015

Owusu, C., Lan, Y., Zheng, M., Tang, W., & Delmelle, E. (2017). *Geocoding Fundamentals and Associated Challenges* (pp. 41-62). https://doi.org/10.1201/9781315228396-3

PgRoutingDocumentation.pdf. (s. f.). Recuperado 15 de septiembre de 2022, de https://docs.pgrouting.org/2.0/es/pgRoutingDocumentation.pdf

Shalev-Shwartz, S. (2014). *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*.

Wilson, J., & Knoblock, C. (2007). From text to geographic coordinates: The current state of geocoding. *Urisa Journal*, *19*, 33-46.

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

Recebido/Submission: 12/11/2022
Aceitação/Acceptance: 08/02/2023

Ambientes de Realidade Virtual direcionados para a Educação Patrimonial: Uma Revisão Sistemática

Carlos Henrique da Costa Silva[1], Amaury Antônio de Castro Junior[1], Anderson Corrêa de Lima[1], Lia Raquel Toledo Brambilla Gasques[1]

henrique.carlos@ufms.br; amaury.junior@ufms.br; anderson.lima@ufms.br; lia.gasques@ufms.br

[1] Faculdade de Computação - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Caixa Postal 549, 79.070-900, Campo Grande - MS, Brasil.

Pages: 295-308

Resumo: Recentemente a Realidade Virtual tornou-se uma tecnologia popular e acessível. Pensando no potencial de aplicação da Realidade Virtual como instrumento de ensino, muitas instituições como museus procuram introduzir essa tecnologia como forma de inovar na exposição do patrimônio histórico cultural e promover a Educação Patrimonial. Tendo isso em vista, este trabalho apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática realizada com intuito de analisar o estado da arte relacionado aos métodos e técnicas utilizados para a aplicação de Realidade Virtual em museus. De maneira geral, foram identificados mais trabalhos com foco na aplicação da tecnologia na educação do que no método de ensino utilizado com a tecnologia.

Palavras-chave: Educação Patrimonial; Realidade Virtual; Museus; Revisão Sistemática.

Virtual Reality Environments for Heritage Education: a Systematic Review

Abstract: Recently Virtual Reality has become a popular and affordable technology. Thinking about the potential of applying Virtual Reality as a teaching tool, many institutions such as museums seek to introduce this technology as a way of innovating in the exhibition of cultural historical heritage and promoting Heritage Education. With this in mind, this work presents the results of a Systematic Review carried out with the aim of analyzing the state of the art related to the methods and techniques used for the application of Virtual Reality in museums. In general, more works were identified focusing on the application of technology in education than on the teaching method used with technology.

Keywords: Heritage Education; Virtual Reality; Museums; Systematic Review.

1. Introdução

Nos tempos atuais, (Tori & Hounsel, 2020) afirmam que a tecnologia é capaz de proporcionar acesso a ambientes sintéticos e imersivos. Tal capacidade é oriunda,

muitas vezes, do que é conhecido como Realidade Virtual (RV). Nesse ponto de vista, com um dispositivo móvel e alguns outros acessórios de baixo custo é possível construir experiências imersivas, que anos atrás eram inimagináveis.

De maneira geral, a "Realidade Virtual é definida como um ambiente digital gerado computacionalmente que pode ser experienciado de forma interativa como se fosse real" (Jerald, 2015). Tendo em vista essa definição e levando em consideração o potencial de aplicação da RV nos tempos atuais, é possível compreender que ela pode ser aplicada na resolução de problemas de diversas áreas do conhecimento, dentre elas: a educação.

De acordo com (Queiroz et al, 2017), a RV vem sendo exaltada desde a pré-história da educação. Eles ainda salientam que, embora já se tenham muitos trabalhos sobre RV na educação, boa parte deles são feitos de maneira improvisada e muitas vezes sem um grande embasamento científico. A partir desse pensamento, evidencia-se que o potencial da RV ainda pode ser bem explorado em áreas que vão além ou se relacionam diretamente com a educação.

Diante desse contexto, (Silva, 2018) defende que a sociedade contemporânea é capaz de determinar o dia a dia das pessoas e a rotina das corporações devido à busca pela inovação e o uso intensivo de tecnologia. Nesse cenário, as instituições culturais e outras instituições que difundem o patrimônio cultural também buscam acompanhar esse crescimento tecnológico. (Silva, 2018) ainda alega que os museus também têm se preocupado com a adequação de suas atividades em relação à adoção de novas tecnologias.

Nessa perspectiva, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010) constatou por meio de uma pesquisa que cerca de 70% da população brasileira nunca visitou um museu ou centro cultural. Por meio do resultado dessa pesquisa é possível evidenciar que boa parte da população brasileira, por diversos motivos, não tem acesso ao tipo de cultura, que é proporcionado pelo patrimônio histórico cultural disponível boa parte das vezes em exposições museais.

Em frente ao grande número de brasileiros que nunca visitaram um museu, (Castro, 2006) salienta que a Educação Patrimonial é uma ferramenta essencial para a construção da cidadania de um indivíduo, visto que ela é uma prática pedagógica que exige um papel ativo do indivíduo durante o processo de construção do conhecimento. Nesse mesmo pensamento, (Castro, 2006) ainda afirma que essa educação está muito comprometida com a transformação social, provocando questionamentos e intervindo no meio sociocultural e político.

Para (Horta et al, 1999), a Educação Patrimonial é um procedimento sistemático voltado para o Patrimônio Cultural, que é um meio de afirmação da cidadania. Nessa vertente, (Horta el al, 1999) ainda complementa afirmando que a educação visa descobrir os valores, hábitos, lendas, cultura material e peculiaridades do ambiente com o objetivo de revitalizá-los e disponibilizá-los para toda a comunidade, que deseja por algum motivo ter acesso a esse conhecimento.

Considerando o potencial de inovação e aplicação da RV em diversas áreas do conhecimento, a busca das instituições museais por novas tecnologias e meios de comunicações, e a importância da Educação Patrimonial para construção da cidadania;

o presente trabalho busca investigar de forma específica a relação entre RV e as instituições museais, identificando para isso, os métodos e técnicas empregados para o estabelecimento dessa relação.

Diante desse contexto, ressalta-se que o principal objetivo da presente Revisão Sistemática (RS) é a identificação de métodos e técnicas existentes para a aplicação de Realidade Virtual na Educação Patrimonial. Para tanto, foram buscadas técnicas com abordagens mais acessíveis em relação ao custo/benefício, que utilizaram um dispositivo móvel como visor de RV. Por meio da sumarização dos resultados da RS foi elaborada uma síntese geral das abordagens apresentadas no estado da arte, bem como uma análise de qualidade dos estudos selecionados para a RS.

Pensando nisso, o restante deste trabalho foi estruturado da seguinte forma: a Seção 1 discute sobre a Educação Patrimonial e as tecnologias digitais em museus. A Seção 2 contempla uma descrição do protocolo utilizado para realização da RS. A Seção 3 descreve uma análise dos resultados gerados por este trabalho. A Seção 4 fundamenta uma síntese geral com relação aos estudos identificados durante o processo dessa revisão. Por último, na Seção 5, são realizadas conclusões a respeito do trabalho proposto.

2. Educação Patrimonial e Tecnologias Digitais em Museus

(Gil, 2020), alega que no âmbito do patrimônio, da museologia, da arqueologia e da educação, as definições que fundamentam as atividades de Educação Patrimonial algumas vezes não são as mesmas. Nessa linha de pensamento, ele ainda diz que a difusão, promoção, transmissão, formação e construção são meios relacionados à concepção de educação e, consequentemente, da educação patrimonial.

Diante dessa vertente, (Fronza-Martins et al, 2017) ressaltam que a Educação Patrimonial é responsável por proporcionar a criação de processos educativos, que instigam no indivíduo uma busca por conceitos e habilidades ainda não conhecidas. Além disso, tal busca também pode possibilitar a produção de novos conhecimentos em relação ao patrimônio cultural, que dão sentido ao passado quando este está relacionado ao presente.

De acordo com (Motta et al, 2021), os museus representam ambientes informais de educação, que procuram instigar os indivíduos a conhecerem e valorizarem o patrimônio musealizado. Pensando do ponto de vista tecnológico, (Sunderland Bowe, 2016) alega que o engajamento é um assunto de extrema importância, visto que ele é responsável por atrair audiências, por meio de recursos diversos.

Partindo dessa premissa, (Cury, 2013) ressalta que o museu é um ambiente de encontro do público com o objeto em exposição. Esses objetos, por sua vez, possuem características e formas distintas de comunicação. (Sunderland Bowe, 2016) complementa dizendo que muitas vezes os objetos musealizados são estáticos, fixos e não podem ser tocados ou experimentados por outros sentidos humanos além da própria visão. Nesse ponto, surgem limitações de percepções sensoriais que afetam significativamente a experiência dos espectadores.

Em contrapartida, (Simon, 2010) defende que para que seja possível se proporcionar uma experiência mais atrativa para os espectadores, os museus precisam lançar plataformas

e réplicas construídas com fabricação digital, que assumam o papel de objetos vivos. Dessa forma, torna-se possível a criação de acervos mais ativos e provocativos para o público, que são capazes de estimular explorações interativas protagonizadas pelos próprios indivíduos.

Tendo isso em vista, (Marins et al, 2008) elencam recursos digitais, que tem potencial de aplicação em museus. Entre eles, um item que se destaca é a RV. De acordo com (Clark, 2006), a RV pode ser usada para tornar o entendimento mais interessante e descontraído com o intuito de melhorar a motivação e a atenção do espectador. Além do mais, o conteúdo de aprendizagem pode ser acessado de qualquer lugar e em qualquer hora por meio de dispositivos com Internet.

De acordo com (Cecotti, 2021), a RV obteve um aumento significativo de interesse por parte dos profissionais de tecnologia. Nesse sentido, (Tennent et al, 2020) asseguram que a RV é uma tecnologia muito promissora para aplicação em museus. Por meio da RV, torna-se possível mergulhar os espectadores em experiências atraentes e interativas. (Seirafi & Wiencek, 2017) compartilham da mesma opinião, confirmando que os museus estão procurando cada vez mais adotar a RV com o intuito de oferecer experiências imersivas com aprendizagens.

3. Metodologia

Ao contrário das revisões de literatura tradicionais, a RS é uma técnica reprodutível e imparcial. (Donato & Donato, 2019), afirmam que a RS tem o objetivo de reduzir pensamentos enviesados por meio de métodos explícitos. Dessa forma, torna-se possível realizar uma pesquisa bibliográfica, que analisa de forma crítica e individual os estudos selecionados.

(Donato & Donato, 2019) ainda descrevem as principais etapas do processo de RS, que devem constar explicitamente na revisão. Entre eles estão: formulação da questão de investigação; produção do protocolo de investigação; definição dos critérios de inclusão e exclusão; desenvolvimento da estratégia de pesquisa; seleção de estudos; extração de dados dos estudos; e síntese dos estudos avaliados. Nesta seção, serão apresentados de forma explícita todos os pontos supracitados.

Com relação à questão de investigação para elaboração desta RS, foi pensado sobre: O que já foi publicado sobre a aplicação de Realidade Virtual para construção de ambientes de visitação virtuais direcionados para museus?. Tal questionamento foi o primeiro passo para a construção de um protocolo de investigação.

Tendo isso em vista, o protocolo que foi utilizado para a configuração deste trabalho foi baseado no modelo mencionado por (Donato & Donato, 2019). O modelo em questão apresenta uma série de regras para o desenvolvimento de uma análise que pode ser auditável sobre um tópico especial de pesquisa dentro da Ciência da Computação. Tal protocolo foi elaborado e executado durante a RS. A partir disso, os principais pontos são apresentados a seguir:

Objetivos: identificar e analisar os métodos e técnicas existentes para simulação de ambientes de visitação virtuais em dispositivos móveis para museus. Salienta-se que não foram encontradas RS com o mesmo objetivo específico.

Questões de Pesquisa: durante a elaboração do protocolo, espera-se que a questão de investigação formulada anteriormente esteja bem definida e especificada, visto que na RS, segundo (Donato & Donato, 2019), é imprescindível se definir de forma explícita a questão de investigação.

- **Questão Primária**: Quais são os métodos e técnicas existentes para criar ambientes virtuais?
- **Questão Secundária**: Quais desses métodos e técnicas são empregados para criar ambientes de visitação virtuais voltados para dispositivos móveis e direcionados para a Educação Patrimonial?

Critérios de inclusão e exclusão: pensando em uma seleção de trabalhos específica para elaboração desta RS, foi estabelecido o critério de inclusão:

- Trabalhos que apresentam aplicação de métodos de criação de ambientes virtuais direcionados para a Educação Patrimonial.

Nessa mesma linha de especificação, também foram definidos os seguintes critérios de exclusão:

- Trabalhos que não foram publicados como artigos científicos;
- Trabalhos publicados como artigos curtos ou pôsteres;
- Trabalhos que apresentam ambientes virtuais sem descrever o método utilizado;
- Trabalhos que não apresentam aplicação para dispositivos móveis.

Recursos para Busca e Seleção de Estudos: as estratégias e recursos utilizados para busca e seleção prévia de estudos foram estipuladas baseando-se em quatro fatores. São eles:

- **Identificação de fontes de busca**: partindo da premissa de que os estudos preliminares devem ser oriundos de bases eletrônicas indexadas e disponíveis de forma gratuita, foram selecionadas as bases indexadas na máquina de busca eletrônica do Google Scholar.
- **Idioma dos trabalhos**: foram considerados trabalhos publicados na Língua Inglesa, visto que ela é internacionalmente aceita para trabalhos científicos da área. Além do mais, também foram considerados trabalhos escritos na Língua Portuguesa com o intuito de contemplar os trabalhos existentes de pesquisadores do Brasil.
- **Palavras chave**: “develop” e “virtual reality museum” e “mobile”. De maneira geral, a escolha das terminações tem sua justificativa no objetivo principal desta revisão, conforme descrito anteriormente.
- **Data dos trabalhos**: ressalta-se que foram buscados métodos e técnicas atuais de trabalhos publicados a partir do ano de 2017.

Seleção de Estudos: a *string* de busca citada anteriormente foi executada na respectiva fonte de busca. Diante disso, os trabalhos recuperados foram registrados e selecionados tendo como base os critérios definidos previamente. Nesse ponto, também é importante dizer que a seleção foi realizada por meio da leitura dos resumos dos trabalhos.

Avaliação da Qualidade: para inclusão de trabalhos na RS, (Donato & Donato, 2019) afirmam que devem ser realizadas avaliações quanto à qualidade dos trabalhos

selecionados. Para realizar tal avaliação, foram definidos os seguintes critérios de qualidade (CQ):

- **CQ1**: O estudo foi definido de uma forma clara e objetiva?
- **CQ2**: Os métodos utilizados nos estudos primários foram mostrados claramente?
- **CQ3**: O ambiente virtual usado foi mostrado claramente?
- **CQ4**: O estudo foi validado?
- **CQ5**: Os resultados foram apresentados claramente?

Cada trabalho selecionado na RS foi submetido a todos os critérios citados anteriormente. Para cada um deles foi definida uma das seguintes pontuações:

- **1**: Para trabalhos que atenderam completamente o critério;
- **0**: Para trabalhos que não atenderam o critério;
- **0.5**: Para trabalhos que atenderam parcialmente o critério.

Extração de Dados: após a realização da avaliação de qualidade e seleção final dos trabalhos incluídos na RS, foi realizada a leitura dos trabalhos. Nesse sentido, para apresentar os resultados desse processo de extração, foi realizada uma síntese geral em consonância com algumas considerações sobre os trabalhos selecionados.

Considerando o protocolo elaborado, foi conduzida uma revisão em um período de três meses (Fevereiro/2022 a Abril/2022). Para o levantamento dos estudos primários foi necessária a elaboração de uma *string* de busca com base nas palavras chave identificadas: "develop" e "virtual reality museum" e "mobile". A construção dessa *string* foi o marco inicial para a seleção dos trabalhos. Nesse ponto, as bases eletrônicas indexadas pela máquina de busca do Google Scholar foram selecionadas como as fontes de busca da pesquisa.

Em geral, com a exclusão de trabalhos reincidentes e trabalhos que não atenderam o objetivo da pesquisa, foram pré-selecionados 34 trabalhos. A Tabela 1 apresenta os trabalhos pré-selecionados após a execução da *string* na máquina de busca.

ID	Título	Autores e Ano	Comentários	Status
1	Virtual Reality Museum of Terengganu (Termus VR) in Mobile Application	(Kadri, 2019)	O trabalho não é um artigo	Excluído
2	Pembuatan Aplikasi Virtual Reality Museum R Hamong Wardoyo Boyolali Menggunakan Unity 3D Game Engine Berbasis Android	(Hariyatno, 2020)	Não apresenta o método utilizado	Excluído
3	Towards personalized virtual reality touring through cross-object user interfaces	(Li et al, 2019)	Não é aplicado em dispositivos móveis	Excluído
4	Redesign of a Cultural Heritage Digital Experience in a Lean Approach	(Ma & Lu, 2021)	O trabalho é um artigo curto	Excluído
5	A proposal for a virtual reality museum for virtual reality art	(Fischer, 2017)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
6	Great Paintings in Fully Immersive Virtual Reality	(Cecotti, 2021)	Atende os critérios de inclusão	Incluído

ID	Título	Autores e Ano	Comentários	Status
7	Designing for joint attention and co-presence across parallel realities	(Steier, 2020)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
8	A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training	(Checa & Bustillo, 2020)	Não apresenta o método utilizado	Excluído
9	Design and development of a spatial mixed reality touring guide to the Egyptian museum	(Hammady et al, 2020)	Não é aplicado em dispositivos móveis	Excluído
10	A Virtual Reality Etruscan Museum Exhibition–Preliminary Results Of The Participants' Experience	(Poce et al, 2020)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
11	Creating a mobile VR interactive tour guide	(Seligmann, 2018)	O trabalho não é um artigo	Excluído
12	Research on 3D painting in virtual reality to improve students' motivation of 3D animation learning	(Ho et al, 2019)	Não é aplicado em dispositivos móveis	Excluído
13	Virtual Reality Usability and Accessibility for Cultural Heritage Practices: Challenges Mapping and Recommendations	(Chong et al, 2021)	Não apresenta o método utilizado	Excluído
14	Thresholds: Embedding Virtual Reality in the Museum	(Tennent et al, 2020)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
15	Constructing virtual reality exhibitions with multimodal interactions	(Jia et al, 2020)	O trabalho não é um artigo	Excluído
16	Blue-and-White: Exploring Mixed Reality Technology for Representing and Facilitating Intercultural Dialogue in Museums	(Zhao, 2020)	O trabalho não é um artigo	Excluído
17	Analytical review of augmented reality MOOCs	(Panchenko & Muzyka, 2020)	Não apresenta o método utilizado	Excluído
18	Digitalisation at Museums: A study on the various effects digitalisation have had on museums and how museums can develop new digital interactions for their visitors	(Taher, 2020)	O trabalho não é um artigo	Excluído
19	Human Factors in the Design of Virtual Reality Instruction	(Lewis, 2018)	O trabalho não é um artigo	Excluído
20	A Concept for Augmented Learning in Museums	(Seirafi & Wiencek, 2017)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
21	Educational games to enhance museum visits for schools	(Bossavit et al, 2018)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
22	Examination of Postgraduate Theses on Virtual Reality in the Field of Social Sciences in Turkey	(Altınpulluk et al, 2021)	Não apresenta o método utilizado	Excluído
23	Design of Digital Interaction for Complex Museum Collections	(Micoli et al, 2020)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
24	Development Of a VR Game for Mektory Demo Room	(Tepljakov, 2018)	O trabalho não é um artigo	Excluído

ID	Título	Autores e Ano	Comentários	Status
25	Experience Design for Virtual Reality. From Illusion to Agency	(Kuchelmeister, 2020)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
26	Virtual Travelling Exhibition for Egyptian Dark Stories: Applied to the Screaming Mummy	(Hamdi, 2021)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
27	Effectiveness of Construction Safety Hazards Identification in Virtual Reality Learning Environment	(Shamsudin & Majid, 2019)	Não é aplicado em dispositivos móveis	Excluído
28	Museum of symmetry	(Dawkins et al, 2018)	O trabalho não é um artigo	Excluído
29	An Overview of How VR/AR Applications Assist Specialists in Developing Better Consumer Behavior and Can Revolutionize Our Life	(Bucea-Manea-Tonis et al, 2021)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
30	Hybrid Space: Re-thinking Space and the Museum Experience	(Baradaran Rahimi, 2019)	O trabalho não é um artigo	Excluído
31	Illustration, Re-Enactment, Citizenship and Heritage of Contemporary Conflict: The Case of the Ebro (1938)	(Hernández-Cardona et al, 2021)	Não é aplicado em dispositivos móveis	Excluído
32	The Invisible Museum: A User-Centric Platform for Creating Virtual 3D Exhibitions with VR Support	(Zidianakis et al, 2021)	Atende os critérios de inclusão	Incluído
33	Beyond Compliance: Exploring Emerging Technologies to Enrich the Visual Arts Experience for Audiences of All Abilities	(Barkai, 2017)	O trabalho não é um artigo	Excluído

Tabela 1 – Estudos pré-selecionados

Com a realização da leitura das obras, 12 trabalhos foram escolhidos para fazer parte da análise de qualidade e da síntese da pesquisa. Com o auxílio de critérios de inclusão e exclusão, foram definidos os trabalhos incluídos e excluídos da RS.

4. Análise de Qualidade dos Trabalhos Selecionados

Considerando a elucidação da síntese do presente trabalho, foi elaborada uma análise de qualidade que apresenta os pontos mais relevantes para os pesquisadores que estão interessados nessa mesma linha de estudo. Para tanto, essa análise pode indicar uma visão geral sobre o que está sendo explorado na área em questão, bem como o que pode ser encontrado no estado da arte. A análise em questão é apresentada na Tabela 2 e engloba os 12 estudos selecionados.

ID	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5
5	1	0	0	1	0.5
6	1	0.5	1	1	1
7	1	0	1	1	0.5

ID	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5
10	1	1	0	1	1
14	1	0	0	1	0.5
20	1	0	0.5	0.5	1
22	1	0.5	0	1	1
23	1	1	0	1	1
25	0.5	0.5	1	1	0.5
26	0.5	0	0	1	1
29	1	0	0.5	1	0.5
32	1	1	1	1	1

Tabela 2 – Análise de qualidade dos estudos selecionados

Numericamente, pode-se perceber que 83% dos trabalhos selecionados (5, 6, 7, 10, 14, 20, 22, 23, 29 e 32) foram definidos de forma clara e objetiva. Os 17% restantes (25 e 26) atenderam esse critério de forma parcial. Com relação à apresentação dos métodos e técnicas utilizados, 50% dos trabalhos (6, 10, 22, 23, 25 e 32) atenderam esse critério de forma completa ou parcial. Os outros 50% (5, 7, 14, 20, 26 e 29) não apresentaram as abordagens utilizadas de uma forma objetiva.

Já em relação à apresentação do ambiente virtual, 50% (6, 7, 20, 25, 29 e 32) dos estudos atingiram esse critério de forma completa ou parcial. O restante dos estudos (5, 10, 14, 22, 23 e 26), não apresentam esses ambientes de forma clara ou explícita. Pensando na validação dos estudos, 91% dos trabalhos (5, 6, 7, 10, 14, 22, 23, 25, 26, 29 e 32) alcançaram nota máxima nesse critério. Os outros 9% (20) atenderam esse critério de forma parcial. Relativo à apresentação dos resultados da pesquisa, 58% dos trabalhos (6, 10, 20, 22, 23, 26 e 32) atingiram de forma satisfatória esse critério. Os 42% restantes (5, 7, 14, 25 e 29) alcançaram esse critério parcialmente.

Diante dessa perspectiva, torna-se possível identificar que boa parte dos trabalhos apresentam métodos promissores para a construção de ambientes de visitação virtuais. Tais métodos ainda apresentam sucesso no contexto de museus e instituições de difusão de patrimônio cultural. Nesse ponto, a RS apresentada é capaz de garantir a abrangência do presente trabalho por parte de pesquisadores interessados no tema em questão.

5. Síntese Geral dos Trabalhos Analisados

A Seção em questão apresenta uma síntese da RS desenvolvida a partir dos estudos selecionados anteriormente. Desse modo, serão apresentados pontos de suma importância para o respectivo tema.

5.1. Realidade Virtual e Educação Patrimonial

Por meio da realização desta pesquisa foi possível evidenciar que o estado da arte revela algumas abordagens promissoras, que podem ser relacionadas diretamente para a simulação de ambientes de visitação virtuais de museus e promoção da Educação

Patrimonial. Partindo desse ponto, foi identificado que a maioria dos trabalhos têm mais foco na tecnologia do que no método pedagógico em si.

Tendo isso em vista, o trabalho de (Cecotti, 2021) apresenta um museu, onde um total de 1000 pinturas podem ser acessadas de forma individual em ou galerias de artes. Para o desenvolvimento desse acervo, foi utilizado o *plugin* SteamVR2, que é uma ferramenta para experimentação de conteúdos em RV. Durante o desenvolvimento do trabalho, (Cecotti, 2021) destacou uma abordagem centrada no usuário. Nesse sentido, foram incorporadas lupas para melhor visualização e navegação entre as pinturas. Um ponto ressaltado para justificar o estudo são os estudantes que não moram nas grandes cidades e não têm acesso às obras de arte.

O trabalho de (Poce et al, 2020) propôs um aplicativo de RV que apresenta uma exposição de arte etrusca de um museu romano. O estudo se justifica principalmente nos efeitos da pandemia causada pela COVID-19, que interrompeu as visitações em museus devido às medidas de distanciamento. O aplicativo foi construído por meio da combinação de diferentes métodos pedagógicos, como Narrativa Digital e Questionamento Reflexivo. Para o desenvolvimento dos ambientes foram criados modelos tridimensionais, nos quais o espectador pode se mover em um espaço virtual e explorar o conteúdo oferecido pela tecnologia.

Em continuidade, (Zidianakis et al, 2021) projetaram uma plataforma chamada Museu Invisível, que objetiva a criação de exposições virtuais tridimensionais por meio de um ambiente unificado e ao mesmo tempo colaborativo. O estudo de (Zidianakis et al, 2021) também apresenta uma abordagem centrada no usuário, contando com a participação de curadores de museus e usuários finais. A plataforma foi projetada para possibilitar a formulação e representação semântica de narrativas, que orientam as experiências de contar histórias e vinculam os artefatos apresentados ao seu próprio contexto sócio-histórico.

(Micoli et al, 2020) discutem sobre uma abordagem para se projetar exposições interativas de artefatos egípcios. Nessa linha, eles pontuam que umas das abordagens mais simplificadas consiste na expansão monoscópica do ambiente real, que geralmente faz uso de dispositivos móveis pessoais, como *smartphones* para visualização. Para essa situação específica, (Micoli et al, 2020) ainda alertam que devem ser criados marcadores fiduciais, pensando na qualidade da conexão do conteúdo aumentado e do conteúdo real.

Por último, (Seirafi & Wiencek, 2017), definem algumas ideias para aplicação de RV em museus. Por meio de algumas dessas ideias, eles criaram uma tecnologia chamada HoloMuse, que desenvolve novas formas de aprendizagem para ambientes com patrimônio cultural executáveis em celulares. De maneira geral, eles afirmam que tecnologias como a RV agregam muito valor e geram novas oportunidades de aprendizado, podendo ser integrado a conceitos didáticos.

6. Conclusões

Perante o potencial de aplicação da RV e a quantidade de trabalhos voltados para o desenvolvimento de ambientes de visitação virtuais direcionados para a Educação Patrimonial, uma revisão sistemática sobre o tema foi realizada. A leitura dos trabalhos

permitiu a identificação de alguns métodos e técnicas utilizadas para construção desses ambientes. Além do mais, foram encontrados estudos que contribuíram para responder às questões de pesquisa estabelecidas no protocolo.

Por meio da revisão executada, pode-se afirmar que a aplicação de RV para construção de ambientes direcionados para a Educação Patrimonial ainda pode evoluir muito, tanto em quantidade de trabalhos como também na qualidade das pesquisas publicadas. Tal ponto pode ser justificado talvez pelo fato de que a RV é um tema recente dentro do contexto de aplicação que envolve o presente trabalho.

Outro ponto de destaque é o elemento da Narrativa Digital, que se mostrou essencial na elaboração de métodos de aprendizagem para trabalhos envolvendo a aplicação de RV em museus. De modo geral, alguns trabalhos não apresentaram em detalhes os métodos utilizados, dando mais atenção para a aplicação da tecnologia do que no método em si.

Em síntese, novos trabalhos podem ser elaborados pensando nas abordagens e mecanismos que fundamentam os ambientes de visitação virtuais pesquisados. Ainda pode-se pensar sobre o impacto de métodos pedagógicos aplicados para essas abordagens, visando um aprendizado de maior qualidade.

Referências

Altınpulluk, H., Demirbag, I., Ertan, S., Yıldırım, Y., Kocak, A., Yıldız, T., Yıldırım, M.,Kose, B. S., Taylan, G. ¨ O., Karagil, S. D., et al. (2021). Examination of postgraduate theses on virtual reality in the field of social sciences in turkey. Asian Journal of Distance Education, 16(1).

Baradaran Rahimi, F. (2019). Hybrid space: Re-thinking space and the museum experience.

Barkai, S. (2017). Beyond compliance: Exploring emerging technologies to enrich the visual arts experience for audiences of all abilities.

Bossavit, B., Pina, A., Sanchez-Gil, I., Urtasun, A. (2018). Educational games to

enhance museum visits for schools. Journal of Educational Technology & Society, 21(4):171–186.

Bucea-Manea-Tonis, R., Gurgu, E., Martins, O. M. D., Simion, V. E. (2021). An overview of how vr/ar applications assist specialists in developing better consumer behavior and can revolutionize our life. Consumer Happiness: Multiple Perspectives, pages 231–253.

Castro, C. Y. (2006). A importância da educação patrimonial para o desenvolvimento do turismo cultural. Partes, São Paulo , 30.

Cecotti, H. (2021). Great paintings in fully immersive virtual reality. In 2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN), pages 1–8. IEEE.

Checa, D., Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. Multimedia Tools and Applications, 79(9):5501–5527.

Chong, H. T., Lim, C. K., Ahmed, M. F., Tan, K. L., Mokhtar, M. B. (2021). Virtual reality usability and accessibility for cultural heritage practices: Challenges mapping and recommendations. Electronics, 10(12):1430.

Clark, D. (2006). Motivation in e-learning. Brighton, UK: Epic. Retrieved March, 16:2009.

Cury, M. X. (2013). Educação em museus: Panorama, dilemas e algumas ponderações. Ensino em Revista.

Dawkins, P., Mohammadian, M., Goldstein, T. (2018). Museum of symmetry. In ACM SIGGRAPH 2018 Virtual, Augmented, and Mixed Reality, pages 1–1.

Donato, H., Donato, M. (2019). Etapas na condução de uma revisão sistemática. Acta Médica Portuguesa,, 32(3).

Fischer, M. (2017). A proposal for a virtual reality museum for virtual reality art. MW17, 2.

Fronza-Martins, A. S. et al. (2017). Da magia à sedução: ações educativas formativas para universitários em museus paulistanos.

Gil, C. Z. d. V. (2020). Investigações em educação patrimonial e ensino de história (2015-2017). Clio. Recife, PE. Vol. 31, n. 1 (jan./jun. 2020), 107-127.

Hamdi, A. (2021). Virtual traveling exhibition for egyptian dark stories: Applied to the screaming mummy. Jornal do Instituto Superior de Estudos Qualitativos, 1(1):347–383.

Hammady, R., Ma, M., Strathern, C., Mohamad, M. (2020). Design and development of a spatial mixed reality touring guide to the egyptian museum. Multimedia Tools and Applications, 79(5):3465–3494.

Hariyatno, A. R. (2020). Pembuatan aplikasi virtual reality museum r hamong wardoyo boyolali menggunakan unity 3d game engine berbasis android.

Hernandez-Cardona, F. X., Rubio-Campillo, X., Sospedra-Roca, R., Iniguez-Gracia, D. (2021). Illustration, re-enactment, citizenship and heritage of contemporary conflict: The case of the ebro (1938). Sustainability, 13(6):3425.

Ho, L.-H., Sun, H., Tsai, T.-H. (2019). Research on 3d painting in virtual reality to improve students' motivation of 3d animation learning. Sustainability, 11(6):1605.

Horta, M. d. L. P., Grunberg, E., Monteiro, A. Q. (1999). Guia básico de educação patrimonial, volume 199. Iphan Brasília.

Ipea (2010). Ipea constata que 70% da população brasileira nunca foram a um museu ou a um centro cultural.

Jerald, J. (2015). The VR book: human-centered design for virtual reality. Morgan Claypool.

Jia, Y. et al. (2020). Constructing virtual reality exhibitions with multimodal interactions. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology.

Kadri, M. A. S. B. (2019). Virtual reality museum of terengganu (termus vr) in mobile application.

Kuchelmeister, V. (2020). Experience design for virtual reality. from illusion to agency. International Journal on Stereo & Immersive Media, 4(1):134–153.

Lewis, T. (2018). Human factors in the design of virtual reality instruction.

Li, X., Zhou, Y., Chen, W., Hansen, P., Geng, W., Sun, L. (2019). 8. towards personalized virtual reality touring through cross-object user interfaces. In Personalized Human-Computer Interaction, pages 201–222. De Gruyter Oldenbourg.

Ma, L., Lu, X. (2021). Redesign of a cultural heritage digital experience in a lean approach.

Marins, V., Haguenauer, C., Cunha, G., Cordeiro Filho, F. (2008). Aprendizagem em museus com uso de tecnologias digitais e realidade virtual. Revista Educação Online. UFRJ, 3:51–63.

Micoli, L. L., Caruso, G., Guidi, G. (2020). Design of digital interaction for complex museum collections. Multimodal Technologies and Interaction, 4(2):31.

Motta, F. M. et al. (2021). Mediações culturais em museus, no contexto da economia criativa, com o uso de tecnologias digitais.

Panchenko, L., Muzyka, I. (2020). Analytical review of augmented reality moocs.

Poce, A., Caccamo, A., Amenduni, F., Re, M. R., De Medio, C., Valente, M. (2020). A virtual reality etruscan museum exhibition–preliminary results of the participants' experience. In EDEN Conference Proceedings, number 1, pages 40–49

Queiroz, A. C., Tori, R., Nascimento, A. (2017). Realidade virtual na educação: panorama das pesquisas no brasil. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) , volume 28, page 203.

Seirafi, K., Wiencek, F. (2017). A concept for augmented learning in museums.

Seligmann, R. L. (2018). Creating a mobile vr interactive tour guide.

Shamsudin, N. M., Majid, F. A. (2019). Effectiveness of construction safety hazards identification in virtual reality learning environment. Environment-Behaviour Proceedings Journal, 4(12):375–381.

Silva, S. S. N. d. (2018). Realidade virtual em museus: Estudo de caso do News Museum em Sintra. PhD thesis.

Simon, N. (2010). The participatory museum. Museum 2.0.

Steier, R. (2020). Designing for joint attention and co-presence across parallel realities.

Sunderland Bowe, J. (2016). The creative museum–analysis of selected best practices from europe. Heritec Education Consulting.

Taher, H. (2020). Digitalisation at museums: A study on the various effects digitalisation have had on museums and how museums can develop new digital interactions for their visitors.

Tennent, P., Martindale, S., Benford, S., Darzentas, D., Brundell, P., Collishaw, M. (2020). Thresholds: Embedding virtual reality in the museum. Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH), 13(2):1–35.

Tepljakov, A. (2018). Development of a vr game for mektory demo room.

Tori, R., Hounsell, M. (2020). Introdução a realidade virtual e aumentada. Interação , 7:11.

Zhao, P. (2020). Blue-and-White: Exploring Mixed Reality Technology for Representing and Facilitating Intercultural Dialogue in Museums. PhD thesis, OCAD University.

Zidianakis, E., Partarakis, N., Ntoa, S., Dimopoulos, A., Kopidaki, S., Ntagianta, A., Ntafotis, E., Xhako, A., Pervolarakis, Z., Kontaki, E., et al. (2021). The invisible museum: A user-centric platform for creating virtual 3d exhibitions with vr support. Electronics, 10(3):363.

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

Recebido/Submission: 16/11/2022
Aceitação/Acceptance: 17/02/2023

Una herramienta de estimulación multisensorial para niños con discapacidad: un enfoque basado en módulos electrónicos, reciclaje y oximetría de pulso

Mónica Angamarca-Castillo, Marisol Angamarca-Naula, Vladimir Robles-Bykbaev, Efrén Lema-Condo, Sofía Bravo-Buri.

mangamarcac@gmail.com; gangamarca@gmail.com; vrobles@ups.edu.ec; elema@ups.edu.ec; sophiebravoburi@gmail.com

GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Pages: 309-317

Resumen: En este artículo se presenta una herramienta de bajo costo que tiene como objetivo brindar soporte en la estimulación de niños con diversos tipos de discapacidad. Los módulos que conforman la herramienta se adaptan a la antropometría del cuerpo del niño, no son invasivos, cumplen con estándares de diseño y bajo consumo de energía. Asimismo, en uno de los módulos se pudo llevar a cabo un proceso de reciclaje, a fin de generar propuestas amigables con el ambiente. A fin de validar la propuesta, se realizó un plan piloto experimental con un grupo de 15 expertos del área de educación especial. Los resultados muestran un gran nivel de aceptación por parte de los expertos.

Palabras-clave: estimulación; multisensorial; discapacidad; módulos multisensoriales; sistema de control; reciclaje

A multisensory estimulation tool for children with disabilities: an approach based on electronic modules, recycling and pulse oximetry

Abstract: This article presents a low-cost tool that aims to provide support in the stimulation of children with various types of disabilities. The modules that make up the tool adapt to the anthropometry of the child's body, are non-invasive, meet design standards and have low energy consumption. Likewise, in one of the modules it was possible to carry out a recycling process, in order to generate environmentally friendly proposals. In order to validate the proposal, an experimental pilot plan was carried out with a group of 15 experts from the area of special education. The results show a high level of acceptance by the experts

Keywords: multisensory; stimulation; disability; multisensory modules; expert system; recycling

1. Introducción

La parálisis cerebral infantil (PCI) afecta al sistema nervioso central, causando trastornos en la parte motriz, y a su vez afecta la postura, el movimiento, la deglución y los trastornos sensoriales de los niños y adolescentes. (Valdez, 2007), define a la parálisis cerebral como "un trastorno aberrante en el control del movimiento y la postura, que aparece tempranamente en la vida, debido a una lesión, disfunción o malformación del sistema nervioso central (SNC) y no es resultado de una enfermedad progresiva o degenerativa, esta malformación puede ocurrir en etapas pre, peri o posnatales" (García, 2017) (Simón Gómez-López, mar. 2013). Repercute a nivel mundial alrededor de 2 de cada mil recién nacidos, con bajo peso y temprana edad gestacional (Simón Gómez-López, mar. 2013), teniendo la tasa más alta en los países no industrializados (Córdaba Castillo Luisa Fernanda, 2015).

Existen varias formas de parálisis cerebral que afecta a niños y adolescentes. La parálisis cerebral altera actividades motrices, cognitivas, sensitivas, comunicación, y de percepción. Según el daño causado en el cerebro, los niños y adolescentes presentan diferentes lesiones a niveles de trastornos motrices. Al existir grados de trastornos, no se ve afectada la inteligencia u otras funciones cerebrales, según la Dra. Yang (Patel, 2020) (Jiménez de la Fuente, 2018).

Según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, en el Ecuador existe un índice general de niños y adolescentes entre los 0-18 años que padecen discapacidad, con un aproximado de 60.803. La provincia del Azuay - Cuenca registra 2.306 casos de discapacidad y esto representa un 3.79 % (Discapacidades, 2021). En la actualidad, Cuenca tiene 5 centros educativos, que brindan terapias para niños y adolescentes con discapacidad (Discapacidades, 2021). Pero no cuentan con equipos apropiados para dar terapia. Se propuso a la Unidad Educativa especial "Stephen Hawking", diseñar equipos multidisciplinarios que ayuden a los niños y adolescentes de este centro educativo en la rehabilitación y la educación. Se desarrollaron 3 módulos de estimulación multisensorial y un pulsioxímetro. Los profesionales evaluaron los equipos y mediante encuestas en la escala de Likert se encontró que el manejo de los módulos es "Totalmente fácil", el uso de la interfaz es "Totalmente fácil" y el tamaño no es "Ni grande ni pequeño".

2. Trabajos relacionados

Hoy en día la implementación de salas multisensoriales ha incrementado en la ciudad de Cuenca, gracias a ello es posible brindar una mejor atención en estimulación multisensorial a niños y adolescentes con parálisis cerebral, autismo, problemas neurológicos, etc. El espacio de la sala cuenta con algunos equipos como: el tubo de burbujas, la cueva de colores, el módulo de vibración, el pulsioxímetro, juegos de computadora, proyecciones, sonidos, materiales táctiles, etc. Al ser espacios equipados permite a los niños reducir su agitación y su ansiedad (Hoyas, 2009).

Los autores del artículo (Garzotto, 2018) desarrollaron una sala mágica, que ayuda a la estimulación multisensorial mediante sonidos, dispositivos físicos, variedad de luces, materiales táctiles como superficies suaves, telas, etc.

En (Pusuluri, 2017) los autores presentaron un entorno multisensorial que ayuda a los niños a relajarse mediante un tubo de colores. El amarillo ayuda a la estimulación mental, el color azul a reducir angustias y relaja al paciente, el color naranja oxigena el cerebro, ya que es una combinación de energía del color rojo y la alegría del color amarillo.

Los autores del artículo (Vélez, 2014) mencionan que mientras más excitados estén los sentidos de nuestro cuerpo mejor será la estimulación que reciba el cerebro, con esto se fortalece y se mejora el aprendizaje de los pacientes. Uno de los módulos que da a conocer este artículo es un Haz de fibra de óptica, que recrea un ambiente relajante, gracias a los puntos de luz reflejados en la fibra y la variación de colores. En los niños genera la sensación de calma y estimula de manera visual, además es no invasivo.

De acuerdo al artículo (Ortega, 2015) los autores mencionan una placa que genera vibraciones con el fin de realizar sesiones musculares a niños y adolescentes con parálisis cerebral (PC). Al ser una placa, las vibraciones se conducen por todo el cuerpo, que activa el sistema muscular del paciente. En conclusión, según los autores, las vibraciones aumentan la fuerza y el grosor muscular del tronco, al mismo tiempo mejora la marcha y las funciones motoras.

En él (Gómez García, 2014) se menciona un pulsioxímetro móvil para monitorear señales biomédicas, como saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y pulsaciones por minuto. Este tipo de dispositivos son muy útiles para proporcionar información visual sobre el estado del paciente y detectar complicaciones respiratorias.

La información de los artículos menciona algunos módulos desarrollados que permiten ayudar con estimulaciones multisensoriales a niños y adolescentes, a la gran mayoría se les complica pronunciar ciertas palabras y es difícil entender sus emociones y estados de ánimo. De esta manera se mejora sus actividades diarias.

3. Arquitectura general del sistema

La arquitectura de la sala Snoezelen diseñada consta de una interfaz gráfica que permite seleccionar el tipo de módulo y modificar sus parámetros, mediante comunicación inalámbrica bluetooth se envía la trama de datos y se controla el módulo escogido para la terapia, adicional se obtiene datos de retro alimentación cuantitativos, de frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno que se guardan en el sistema y de esta manera el experto pueda visualizar la reacción del paciente. Con los módulos propuestos se logra relajar y reducir la tensión de los músculos atrofiados, de manera similar se activan los sentidos auditivo, visual y táctil. La sala Snoezelen brinda terapias no invasivas de manera segura y fácil, con esta propuesta se innova el sistema de salud con tecnología de menor costo.

3.1. Cueva de Luces

El tubo de luces ocupa un papel fundamental dentro de la terapia ocupacional. Ayuda a la estimulación visual, auditiva y táctil. Mediante los estímulos, se apoya al paciente a entrar en un modo de relajación muscular y un estado de tranquilidad (Pusuluri, 2017).

El módulo está diseñado por dos partes. Un tubo acrílico de forma cilíndrica, que en su interior contiene agua y una base metálica realizada con material reciclado que contiene

la parte electrónica, el motor y tiras LED. El motor genera burbujas en el tubo acrílico y las tiras de LED reflejan colores al mismo tubo. Se dispone de una gama de colores que se puede escoger en cualquier momento. Es un equipo no invasivo, que no perjudica la integridad física del paciente.

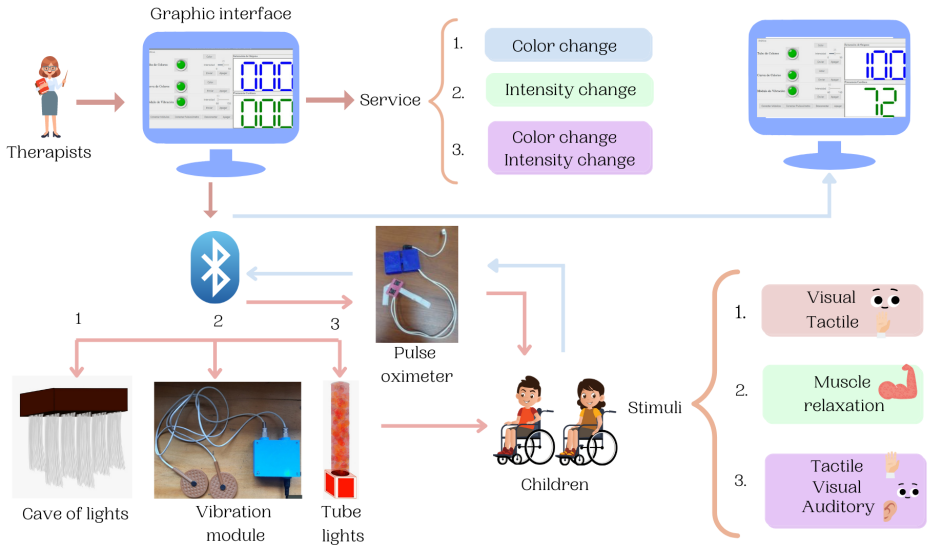


Figura 1 – Esquema de control y estímulos que brinda la sala de sensopercepciones.

Como se observa en la figura 1, el profesional tiene acceso a un monitor que mediante comunicación bluetooth podrá manipular el tubo de luces. El terapeuta podrá visualizar y cambiar los parámetros dentro de la interfaz gráfica, para manipular el color y la intensidad del tubo de luces, según las necesidades que requiera el paciente.

3.2. Tubo de Luces

El tubo de luces ocupa un papel fundamental dentro de la terapia ocupacional. Ayuda a la estimulación visual, auditiva y táctil. Mediante los estímulos, se apoya al paciente a entrar en un modo de relajación muscular y un estado de tranquilidad (Pusuluri, 2017).

El módulo está diseñado por dos partes. Un tubo acrílico de forma cilíndrica, que en su interior contiene agua y una base metálica realizada con material reciclado que contiene la parte electrónica, el motor y tiras LED. El motor genera burbujas en el tubo acrílico y las tiras de LED reflejan colores al mismo tubo. Se dispone de una gama de colores que se puede escoger en cualquier momento. Es un equipo no invasivo, que no perjudica la integridad física del paciente.

Como se observa en la figura 1, el profesional tiene acceso a un monitor que mediante comunicación bluetooth podrá manipular el tubo de luces. El terapeuta podrá visualizar y cambiar los parámetros dentro de la interfaz gráfica, para manipular el color y la intensidad del tubo de luces, según las necesidades que requiera el paciente.

3.3. Módulo de Vibración

Los niños y adolescentes con parálisis cerebral tienen afecciones en la parte motriz. Se creó un módulo de vibraciones para la estimulación y relajación muscular y de esta manera fortalecer las partes atrofiadas de los músculos en actividades cotidianas (Ortega, 2015).

En la figura 1, se puede observar que la terapeuta puede monitorear al módulo de vibración mediante una interfaz que permite subir y bajar la intensidad de la vibración, las amplitudes de onda de la vibración no deben superar los (40 Hz) y así no atrofiar el sistema nervioso del paciente.

3.4. Pulsioxímetro

El pulsioxímetro es un dispositivo que sirve para medir la saturación de oxígeno y la frecuencia cardiaca del paciente. Monitorea en tiempo lineal las señales biomédicas mientras el paciente recibe la terapia, se observa los cambios de las señales que el niño genera al visualizar cada uno de los módulos existentes (Gómez García, 2014). Este módulo se hizo con el propósito de generar una base de datos en proyectos futuros para luego poder ser analizados.

En la figura 1, se observa el funcionamiento de la interfaz en los pacientes, es un dispositivo electrónico que se coloca en el brazo del niño y esta toma los datos de frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno, mediante conexión bluetooth los datos del dispositivo se observa el monitor donde se encuentra la interfaz, con estos datos el terapeuta puede observar la variación de valores que genera el niño al estar en la sala.

Sistema electrónico de control

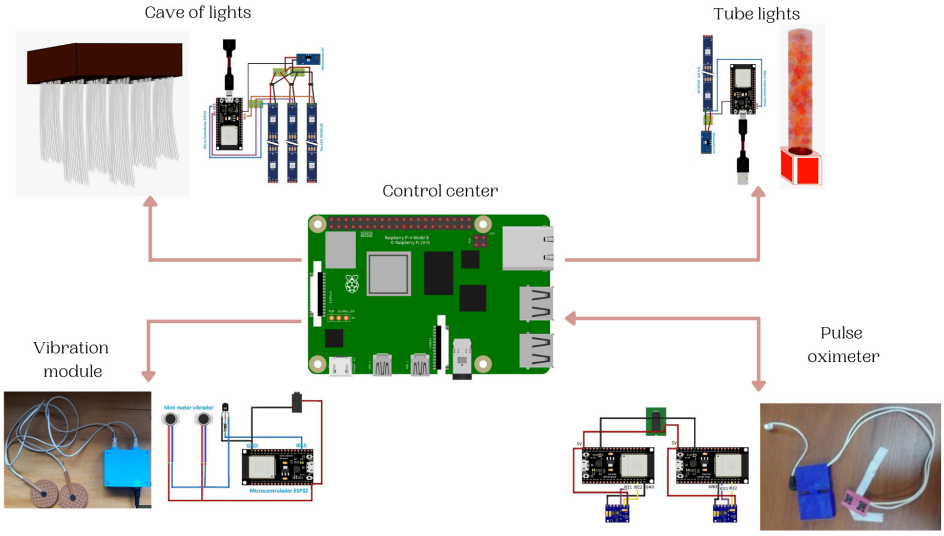


Figura 2 – Esquema electrónico de la sala de sensopercepciones

Como se observa en la figura 2, el sistema embebido está comandado por una Raspberry Pi 4 que es el centro de control de los 4 equipos que a continuación se detallan.

La cueva de luces y el tubo de luces poseen dispositivos electrónicos similares tales como: un microcontrolador ESPS32, tiras de luces LED RGB con microcontrolador WS2812B, una fuente de 5V y un cable micro USB. A diferencia del módulo de vibración que posee dos mini motores vibradores y el pulsioxímetro cuenta con un sensor MAX30102 que permite tomar datos de saturación de oxígeno y frecuencia cardiaca.

4. Análisis Estadístico

A fin de determinar la percepción que tienen los profesionales del ámbito de la educación especial con respecto a la herramienta de estimulación multisensorial, se diseñó una encuesta consistente en 23 preguntas. De este grupo, 7 son de carácter demográfico (género, edad, profesión, lugar de trabajo, área del ámbito de la inclusión en la que se despeña, años de experiencia profesional y años de experiencia en el trabajo con personas con discapacidad) y 16 preguntas en escala de Likert enfocadas a medir los siguientes aspectos (entre paréntesis se indica el número de pregunta que se presenta en las Figura 3 y 4):

- Facilidad de manejo de los siguientes módulos: cueva de luces (Q1), tubo de luces (Q2) y módulo de vibración (Q3).
- Facilidad de uso de la interfaz para controlar y monitorear el pulsioxímetro (Q4).
- Criterio sobre la posibilidad de que la cueva de luces pueda servir como herramienta de apoyo para desarrollar la percepción visual y táctil en niños con discapacidad (Q5).
- Criterio sobre que el tubo de luces se pueda emplear como herramienta de apoyo para desarrollar la percepción visual, auditiva y táctil en niños con discapacidad (Q6).
- Criterio sobre que el módulo de vibración pueda usarse como herramienta de apoyo para desarrollar la percepción visual, auditiva y táctil en niños con discapacidad (Q7).
- Utilidad del uso del pulsioxímetro para medir frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno en los niños con discapacidad que usan la sala la multisensorial (Q8).
- Opinión acerca de que los módulos puedan servir para mejorar la percepción sensorial de los niños con discapacidad (Q9).
- Utilidad de que los módulos ayuden a que los niños se relajen (Q10).
- Criterio acerca del tamaño del módulo de cueva de luces (Q11), del módulo tubo de colores (Q12), de la manilla del pulsioxímetro (Q13) y de la manilla de vibración (Q14).
- Facilidad para colocar el pulsioxímetro en los niños con discapacidad (Q15).
- Facilidad para color la manilla de vibración en los niños con discapacidad (Q16).

La encuesta se socializó con 32 profesionales con experiencia en el trabajo con niños con diversos tipos de discapacidad. De este grupo 23 son mujeres y 9 hombres con los siguientes niveles de experiencia:

- Experiencia media como profesional del área de educación: 16.21 años (SD de 11.01, valor mínimo de 1 año y máximo de 40 años).
- Experiencia media en el trabajo con niños con discapacidad: 14.33 años (SD de 10.67, valor mínimo de 7 meses y máximo de 32 años).

Como se aprecia, se cuenta con un grupo con diferentes grados de experiencia que permiten enriquecer los criterios y opiones sobre la herramienta. Es importante observar que los profesionales con menos años de experiencia aportan sus conocimientos en el uso de nuevas tecnologías, ya que pertenecen a nuevas generaciones de especialistas en el área.

A fin de validar la encuesta, se empleó el coeficiente Alfa de Cronbach y se obtuvo un valor de 0.84, lo que indica que existe coherencia interna entre los ítems. A continuación, se presentarán los principales hallazgos que se pudieron observar luego de realizar el análisis de las respuestas obtenidas a través de la encuesta.

Como se observa en las Figura 3 y 4, la mayoría de los profesionales consideran que es "fácil" manejar los módulos cueva de luces (46.9%), tubo de luces (50%) y módulo de vibración (62.5%) de la herramienta de estimulación multisensorial. Asimismo, el grupo de expertos que también considera que es "muy fácil" manejar dichos módulos es alto en porcentaje (40.6%, 37.5% y 25%, respectivamente). Esta situación se repite para el caso de la facilidad de uso que tiene la interfaz del pulsioxímetro (59.4% lo ve como "fácil" y 25% como "muy fácil"). De igual forma, los expertos están de "acuerdo" y "totalmente de acuerdo" en que los 3 módulos pueden usarse como una herramienta de apoyo para desarrollar la percepción visual, auditiva y táctil en niños con discapacidad con en los siguientes porcentajes: 40.6% y 50%, 46.9% y 50%, 50% y 34.4, respectivamente. En cuanto a la utilidad del pulsioxímetro se aprecia que el 71.9% está de "acuerdo" y el 15.6% "totalmente de acuerdo".

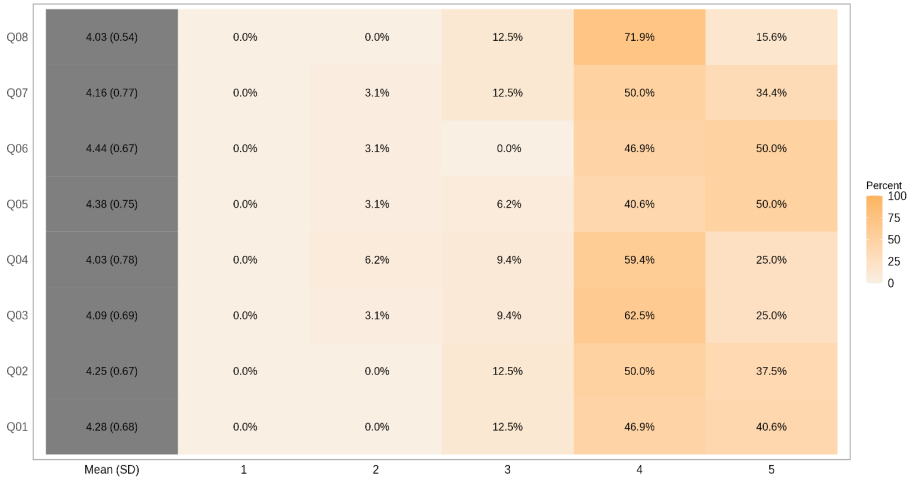


Figura 3 – Percepciones de los profesionales en relación a los 8 primeros criterios sobre características de funcionalidad y utilidad de los módulos del sistema de estimulación multisensorial.

El 37.5% está de “acuerdo” en que los módulos ayudan a mejorar la percepción sensorial de los niños con discapacidad, mientras 53.1% está “totalmente de acuerdo”. En una proporción similar los expertos están de “acuerdo” (56.2%) y “totalmente de acuerdo” (40.6%) en que los módulos ayudan a la relajación del paciente. En cuando al tamaño de los módulos, podemos observar que en estos 4 criterios (Q11, Q12, Q13 y Q14), los expertos coinciden en que los módulos cueva de luces, tubo de luces, manilla pulsioxímetro y manilla de vibración son “Ni grandes ni pequeños”, por ello se ubican en una puntuación de 3 en la escala de Likert (46.9%, 75%, 46.9% y 84.4%, respectivamente). Únicamente para los módulos tubo de luces y manilla de vibración también son considerados como “grandes” (43.8% y 50%, respectivamente). En cuanto a la colocación tanto del pulsioxímetro como de la manilla de vibración, la mayoría coincide en que es un proceso “fácil” (68.8% para ambos casos).

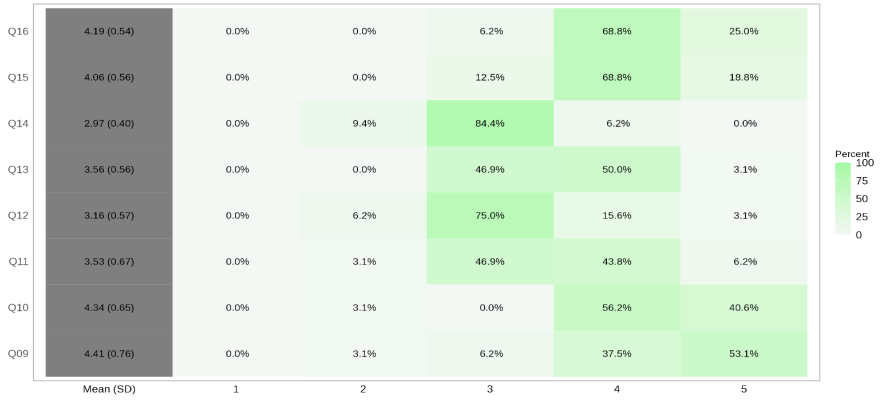


Figura 4 – Percepciones de los profesionales en relación a los 8 criterios sobre el tamaño de los módulos de la herramienta de estimulación multisensorial.

Como se puede observar, los resultados son altamente positivos, y la mayor parte de los expertos coinciden tanto en la utilidad como en la facilidad de manejo de cada uno de los módulos que componen la herramienta de estimulación multisensorial.

5. Conclusiones

En conclusión, la sala de sensopercepción, es un espacio que sirven para el apoyo a niños y niñas con cierto tipo de discapacidad intelectual o física, ya sea está leve o moderada; en la sala los pacientes podrán potencian sus habilidades de orientación y de reconocimiento al estar en terapias con los instrumentos que se hallan dentro de la sala.

Para evaluar los módulos implementados en la sala se realizó un diseño de encuesta a 32 profesionales con experiencia en el trabajar con niños que poseen multidiscapacidad, las preguntas se ejecutaron respecto al tamaño, uso y utilización de la interfaz de control. Los datos obtenidos mediante la escala de Likert, exponen que la mayoría de los profesionales consideran que los módulos son “Totalmente fáciles” de manejar, Asimismo, los encuestados consideran estar ¨ Totalmente de acuerdo ¨ que los módulos pueden utilizarse como herramienta de relajación en los pacientes.

Los resultados presentados en la encuesta son totalmente satisfactorios y la gran mayoría consideran que los módulos de la sala de sensopercepción pueden ser ejecutadas como apoyo para desarrollar las percepciones auditivas, visuales y táctiles en niños con discapacidad.

Referencias

Cordaba Castillo Luisa Fernanda, C. G. (2015). Efectos del tratamiento fisioterapéutico con el Wii Balance board en las alteraciones posturales de dos niños con parálisis cerebral. Estudio de caso. *Google Scholar H5M5 (2019), SciELO Analytics*, 141-157.

Discapacidades, C. (2021). Estadisticas de discapacidad. *Obtenido de https://www. consejodiscapacidades. gob. ec/estadisticas-de-discapacidad*.

García, J. L. (2017). Influencia de la fisioterapia acuática sobre las habilidades motoras gruesas de los niños afectados de parálisis cerebral: Revisión sistemática. *Journal of Negative and No Positive Results: JONNPR*, 2010-2016.

Garzotto, F. a. (2018). Magic room: A smart space for children with neurodevelopmental disorder. *IEEE Pervasive Computing*, 38-48.

Gómez García, C. A. (2014). SISTEMA DE OXIMETRIA DE PULSO E CAPNOGRAFIA PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS ANDROID. *Revista Ingeniería Biomédica}*, 36-44.

Gómez-López, S. a. (2013). SISTEMA DE OXIMETRIA DE PULSO E CAPNOGRAFIA PARA DISPOSITIVOS MOVEIS ANDROID. *Archivos venezolanos de puericultura y pediatría*, 30-39.

Hoyas, E. H. (2009). LA SALA SNOEZELEN EN TERAPIA OCUPACIONAL. SNOEZELEN ROOMS IN OCCUPATIONAL THERAPY. *TOG (A Coru{\~n}a)*.

Jiménez de la Fuente, A. (2018). Efectos de las terapias ecuestres en personas con parálisis cerebral. *Revista española de Discapacidad*, 171-184.

Ortega, C. a.-F. (2015). Efectos agudos de las vibraciones de cuerpo completo sobre variables funcionales en niños con parálisis cerebral. *Biomecánica*.

Patel, D. R. (2020). Cerebral palsy in children: a clinical overview. *Translational pediatrics*, S125-S135.

Pusuluri, L. A. (2017). Smart snoezelen bubble tube for mentally challenged and learning disability. *2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*, 524-526.

Simón Gómez-López, V. H. (mar. 2013). Parálisis cerebral infantil. *Arch Venez Puer Ped vol.76 no.1 Caracas mar. 2013*.

Valdez, J. M. (2007). Parálisis Cerebral. *SciELO Analytics, Google Scholar H5M5 (2017)*.

Vélez, M. d. (2014). La sala de estimulaci{\'o}n multisensorial. *Tabanque: Revista pedagogica*, 155-172.

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

Recebido/Submission: 16/12/2022
Aceitação/Acceptance: 18/03/2023

Revisión de la Literatura: Método Automatizado De Reconocimiento Facial Basado En Algoritmos De Aprendizaje

Julián D. García O.[1], Sandra M. Hurtado G.[2], María I. Vidal C.[3]

[1]julian.garcia@unimayor.edu.co; [2]sandrahurtado@unimayor.edu.co; [3]mvidal@unimayor.edu.co

[123] Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Popayán, Colombia

Pages: 318-331

Resumen: En este trabajo se realiza una revisión sistemática de la literatura existente centrada en reconocimiento facial mediante técnicas de inteligencia artificial, resaltando las aportaciones realizadas sobre deep learning. El principal objetivo es determinar las técnicas aplicadas para reconocimiento facial haciendo uso de inteligencia artificial desde el año 2006 hasta el año 2021 de diferentes estudios relevantes hallados en bases de datos científicas como Science Direct, IEEE Xplore, Google Académico, Springer. De un total de 2342 publicaciones se estimaron 30 artículos como los más relevantes, candidatos potenciales a convertirse en estudios primarios de los cuales se desestimaron 16 artículos, tomándose 14 de ellos como artículos primarios en los que proponen algoritmos de aprendizaje para el reconocimiento facial y los cuales fueron analizados y comparados teniendo en cuenta criterios como el tipo de estudio, métodos y herramientas propuestas además de los estudios publicados en revistas internacionales o en eventos. Además se expone la importancia de construir algoritmos eficientes para el reconocimiento facial teniendo en cuenta la gran aplicabilidad en diferentes áreas de la cotidianidad.

Palabras-clave: aprendizaje profundo, inteligencia artificial, reconocimiento Facial.

Automated Facial Recognition Method Based on Learning Algorithms

Abstract: In this work, a systematic review of the existing literature focused on facial recognition using artificial intelligence techniques is carried out, highlighting the contributions made on deep learning. The main objective is to determine the techniques applied for facial recognition using artificial intelligence from 2006 to 2021 from different relevant studies found in scientific databases such as Science Direct, IEEE Xplore, Google Scholar, Springer. Of a total of 2342 publications, 30 articles were considered as the most relevant, potential candidates to become primary studies, of which 16 articles were rejected, taking 14 of them as primary articles in which they propose learning algorithms for facial recognition and which were analyzed and compared taking into account criteria such as the type of study, methods and tools proposed in addition to studies published in international

journals or at events. In addition, the importance of building efficient algorithms for facial recognition is exposed, taking into account the great applicability in different areas of daily life.

Keywords: deep learning, artificial intelligence, facial recognition.

1. Introducción

Cada vez es más frecuente el uso de sistemas de reconocimiento facial gracias a la facilidad de recopilación de información y procesamiento de datos faciales (Akhtar, 2017). El reconocimiento de rostros constituye una amplia área de investigación debido a su gran utilidad. Hoy en día se pueden encontrar aplicaciones al mercado de los videojuegos, en producciones cinematográficas o en redes sociales como Facebook o TikTok para etiquetado y filtros en los rostros de los usuarios, además de usos en sistemas de autenticación como opción segura para acceso a servicios online e ingreso a instalaciones de cualquier tipo o desbloqueo de dispositivos, entre otros usos (Han, 2020).

Con el avance de la tecnología se presentan diversos desafíos en la detección de rostros. Tales desafíos relacionados con la velocidad de reconocimiento, temas de variación en la iluminación, desenfoque, ruido, cambios de los rasgos faciales o uso de accesorios en el rostro que pueden provocar variaciones en la capacidad de predicción de los modelos de visión artificial (Chihaoui, 2016).Los nuevos desarrollos en infraestructura tecnológica hacen posible recopilar gran cantidad de datos a mayores velocidades, encontrándonos así en la era del Big Data, donde el nuevo software es capaz de almacenar procesar y analizar datos a gran escala (K.C. Li, 2015).Estos sucesos han influenciado enormemente en el desarrollo de sistemas inteligentes dada la necesidad de ellos de identificar patrones complejos sobre una gran cantidad de datos .Esta capacidad de aprendizaje se basan en algoritmos de machine learning y deep learning cada vez más presentes en nuestra cotidianidad (Herrera, 2017). En lo que se refiere a aplicaciones de visión artificial, deep learning toma ventaja sobre las técnicas basadas en machine learning, teniendo en cuenta que la obtención manual de características es más compleja y poco practica debido a la gran dimensión del vector de características (Wang, 2012), con lo que Geoffrey Hinton en el 2006 propone el aprendizaje profundo para dar solución a este problema, dando origen al uso de arquitecturas de redes neuronales, donde la información recibida pasa por un modelo multicapa que se entrena con muchos datos para generar una respuesta (University of Toronto., 2015).Deep learning posee un conjunto de algoritmos no lineales que permiten modelar y reconocer patrones en los datos realizando transformaciones en cada uno de los niveles de representación creados, logrando así llegar desde niveles de abstracción bajos hasta a niveles de abstracción más complejos haciendo que mejoren las tasas de clasificación o precisión de los modelos (Zheng Yin, 2014).Debido a estas ventajas, en este apartado nos centramos en realizar una revisión sistemática de la literatura y herramientas actuales en relación a clasificación y reconocimiento facial haciendo uso de aprendizaje profundo, teniendo como objetivo obtener información sobre las tendencias en esta área de investigación y sintetizar el conocimiento generado de tal forma que pueda ser tomado como base para estudios futuros en reconocimiento facial. La revisión bibliográfica se realiza inicialmente de manera exploratoria desde fuentes de información secundarias y bases de datos de artículos indexados para luego

clasificar y analizar los documentos en base a criterios como algoritmos, herramientas y resultados obtenidos.

Así, el artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta de manera general algunos de los trabajos de investigación de la revisión bibliográfica. En la sección 3 se describe la metodología considerada para el presente estudio. Finalmente en la sección 4 se presentan las conclusiones y trabajos futuros derivados de la presente investigación.

2. Trabajos Relacionados

En este apartado se presentan algunas de las técnicas que se han estado empleando hasta la fecha, relacionadas con reconocimiento facial haciendo uso de redes neuronales profundas. En donde se abordan temas como el proceso de entrenamiento de redes convolucionales y la clasificación y procesamiento de imágenes de rostros humanos.

Camilo Andrés Gamarra Torroledo realiza un estudio con la intención de construir una herramienta tecnológica apoyada en deep learning que permitiera reconocer y caracterizar de manera automática imágenes entregadas por un usuario a través de una aplicación móvil. Lo anterior a partir de la conformación de un dataset con imágenes ejemplo de diferentes categorías de objetos tomadas de ImageNet y su posterior clasificación mediante el diseño de una metodología y modelo de clasificación de imágenes y su implementación en un servicio web móvil para validar el desempeño del algoritmo en usuarios reales. En el estudio utilizan la arquitectura de red convolucional de Alexnet para realizar la extracción de características y Máquinas de soporte vectorial para la clasificación de las imágenes con lo que finalmente realizan el análisis de confianza del sistema. Como resultado, se obtuvo que la inclusión de la red pre entrenada de Alex Net permitía generalizar todos los objetos que conformaban la base de datos creada, gracias a que la red mencionada había sido entrenada con 1 millón de imágenes repartidas entre 1000 categorías diferentes, permitiendo obviar la agrupación de objetos de acuerdo con la similitud y el contexto (Torroledo, 2018).

En el trabajo denominado Desarrollo de un Sistema de Identificación Mediante Técnicas de Reconocimiento Facial (Ruesgas, 2019) proponen la construcción de un sistema de identificación basado en técnicas de reconocimiento facial usando tecnologías Deep Learning bajo una infraestructura Blockchain. El modelo utilizado para el desarrollo del sistema se basa en la red ResNet pero con menor número de capas y la mitad de los filtros. En total, el modelo ResNet se construyó con 29 capas convolucionales, mientras que el diseño y el entrenamiento de la red se realizó sobre un conjunto de datos de, aproximadamente, tres millones de imágenes procedentes de varios datasets públicos. El modelo construido sobre el conjunto de datos «Labeled Faces in the Wild (LFW)» obtuvo una precisión de 99.38 %.Lo cual significó que dadas dos caras diferentes, el modelo predecía correctamente si las imágenes eran de la misma persona el 99.38 % de las veces. Así, el autor concluyó que el sistema propuesto favorecía la creación de infraestructuras más seguras y trazables que no requieren la intervención de terceros para proporcionar confianza a un sistema**.**

Arsenovic en su trabajo publicado en el año de 2017 propone un sistema de reconocimiento facial basado en aprendizaje profundo haciendo uso de las técnicas de CNN y CNN

cascade. Debido al hecho de que las CNN logran los mejores resultados para conjuntos de datos más grandes, lo que no es el caso en el entorno de producción, el principal desafío del autor fue aplicar estos métodos en conjuntos de datos más pequeños, creando un dataset a partir de las imágenes de 5 empleados voluntarios de una empresa TI, fotografiados en diferentes posiciones, proponiendo ampliar el conjunto de datos a partir de características como ruido y desenfoque de las imágenes en diferentes niveles para posteriormente agregar accesorios aleatorios: bigotes, anteojos, etc. y crear de esta manera nuevas imágenes para el conjunto de datos de entrenamiento. En resumen el modelo se compuso de varios pasos esenciales, iniciando desde la detección de rostros, pre procesamiento de imágenes que incluye la búsqueda de puntos de referencia faciales y posicionamiento de rostros, generación de incrustaciones y clasificación de rostros. Como resultado en el estudio obtuvieron una precisión general del modelo creado del 95,02 % en un pequeño conjunto de datos de las imágenes faciales originales de los empleados en el entorno en tiempo real. Considerándose alta a través del método propuesto con un sistema de asistencia y la combinación de las 2 técnicas (Arsenovic, 2017).

En la investigación de Rodrigo Amat del año 2021, se propone desarrollar un aplicativo que sea capaz de identificar personas, a través de imágenes y vídeos, haciendo uso de la tecnología de Deep Learning y Python, a partir de la utilización de un dataset de imágenes de una popular serie estadounidense.

En el desarrollo de dicho propósito, se utiliza una metodología, la cual consta de una fase inicial, cuyo objetivo es la detección de las caras dentro de una imagen, usando MultiTask Cascaded Convolutional Neural Network (MTCNN). Posteriormente, se hace la transformación numérica (Embedding), que permita la representación de características presentes en cada detección. El modelo de clasificación se entrena con información de múltiples personas, más adelante después de entrenada la red, se elimina la última capa (Softmax), permitiendo que la salida del modelo sea un vector numérico. El reconocimiento se hace a partir de los valores numéricos obtenidos del embedding, calculando esta similitud, basándose en la distancia euclídea o en la distancia coseno entre las incrustaciones y seguidamente, una comparación con las identidades presentes en la base de datos, otorgando un alto grado de efectividad. Se destaca que el entorno de desarrollo de Python, cuenta con las herramientas necesarias para la elaboración de modelos de Deep Learning [12] (Amat, 2021).

En el trabajo denominado "Reconocimiento Facial y Extracción de Información Mediante Deep Learning a Partir de Datos Obtenidos en Red Social", se propone desarrollar un sistema de reconocimiento facial, por medio del uso de técnicas de aprendizaje profundo, a partir de la obtención de fotografías tomadas de la red social instagram, usando Web Scraping, contando con la aprobación del dueño para dicha extracción.

Para la creación del sistema, se utilizan modelos previamente pre-entrenados en donde el objetivo principal es realizar una evaluación mediante conjuntos. Los datos de entrada de la red Convolutional Neural Network se transforman en representaciones matriciales (una por cada color). A partir del uso de Opencv, se hace la detección de los rostros y la utilización del clasificador Harr, donde cuya función principal es aplicar filtros a las imágenes de tal forma que busca patrones de diferencias de intensidades como por ejemplo, en los ojos. Cabe destacar que, se debe tener el clasificador previamente entrenado con imágenes positivas y negativas. Para el procesamiento de las imágenes

se utiliza el proceso de Embedding, extrayendo de una imagen de entrada todas sus características en forma de vector y así, permitir que a través del uso del algoritmo K-Means, se posibilite la existencia de similitudes con datos almacenados en el dataset, a través de iteraciones, generando una tasa de clasificación más efectiva durante el transcurso (Pinilla, 2020).

En el trabajo propuesto por Oliva Rodriguez en el 2018, se plantea el desarrollo de una herramienta que facilite al usuario la creación de una Red Convolucional y su posterior entrenamiento, a través de la manipulación de los objetos de una forma gráfica.

Para la realización del proyecto, se decide utilizar un paradigma orientado a eventos, el cual va a estar condicionado por los eventos provocados por parte del usuario o del propio sistema. Al usuario se le permite la creación de la red convolucional, a partir del uso de diferentes arquitecturas disponibles en el API de Keras. No obstante, el usuario podrá realizar la creación de una arquitectura personalizada, acorde al campo investigativo que se esté analizando. Se destaca la utilización de la tecnología Atom, donde se integran diferentes herramientas a partir de una serie de comunicación entre las mismas. Aetros, por su parte presenta buenas características para el soporte de redes neuronales convolucionales, permitiendo una monitorización de los resultados en tiempo real (Rodriguez, 2018).

Este trabajo, integra las técnicas mencionadas anteriormente, brindando resultados, los cuales pasaron de cuatro minutos a tan solo un minuto, convirtiéndose en una buena herramienta para el reconocimiento de imágenes, a través de la visión por computador.

3. Metodología

El propósito de este estudio es indagar y caracterizar, el estado del arte de los métodos automatizados de reconocimiento facial basados en algoritmos de aprendizaje, a partir del análisis de propuestas existentes e identificando algunas brechas existentes mediante las cuales se puedan formular futuras investigaciones. La revisión de la literatura de esta temática, fue desarrollada entre los meses de Enero a abril del año 2022.

La pregunta de investigación principal definida para la realización de este trabajo fue: ¿Qué estudios existen sobre reconocimiento facial, basados en el uso de algoritmos de aprendizaje?

La pregunta principal se dividió en cuatro preguntas más concretas que permiten analizar las propuestas con más detalle. A continuación, en la Tabla 1 se pueden observar las preguntas de investigación para este trabajo:

Numero	Pregunta de Investigación
Q1	¿Qué estudios existen sobre reconocimiento facial?
Q2	¿Qué tipo de modelos (o algoritmos) de Deep Learning se han aplicado para reconocimiento facial?
Q3	¿Qué herramientas software son utilizadas para reconocimiento facial?
Q4	¿Las técnicas aplicadas resuelven la problemática planteada para reconocimiento facial y cuáles son los resultados esperados?

Tabla 1 – Preguntas de Investigación

Las fuentes con las que se llevó a cabo, la recolección de la información fue obtenida de: i) Base de datos científicas: Science Direct, IEEE Xplore, Google Académico, Springer. Además, se establece un rango de tiempo para la recolección desde el año 2006 hasta el año 2021.

Posteriormente, se ejecuta la búsqueda en cada una de las bases de datos científicas con el fin de encontrar los estudios relevantes (candidatos potenciales a convertirse en estudios primarios). Para determinar si un estudio era relevante, se realizó un análisis del título, resumen y palabras clave de cada estudio obtenido como resultado de la búsqueda. Dicho análisis se centró en determinar si cumplía con los siguientes criterios de inclusión: i) Estudios que proponían la utilización de algoritmos de aprendizaje para el reconocimiento facial, ii) estudios escritos en inglés, iii) estudios publicados en revistas internacionales o en eventos. Como criterios de exclusión se consideraron: i) Estudios que no proponían la utilización de algoritmos de aprendizaje para el reconocimiento facial. La cadena de búsqueda seleccionada fue ((“image” AND “recognition”) AND (“Machine” AND (“Learning”) AND (“Deep” AND (“Learning))

Los estudios relevantes seleccionados, nuevamente pasaron por el filtro de los criterios de inclusión y exclusión, pero esta vez analizando cada estudio en su totalidad. Los estudios seleccionados se convirtieron en estudios primarios.

La selección de estudios siguió un procedimiento iterativo incremental. Este procedimiento se implementó buscando, extrayendo y visualizando los resultados de cada fuente de búsqueda de forma iterativa. De esta manera, el informe de revisión creció y evoluciono cada vez más hasta que se completó, obteniendo así el informe final.

El estudio realizado esta limitado al uso de algoritmos de inteligencia artificial específicamente Machine Learning y Deep Learning en el reconocimiento facial.

4. Resultados

En la Tabla 3, se muestra el consolida dado de los estudios analizados y seleccionados en cada una de las iteraciones de la revisión. En total, se encontraron 30 estudios, obtenidos a partir de la búsqueda en bases de datos científicas. Posteriormente siguiendo la metodología planteada, se seleccionaron 18 estudios relevantes y 14 estudios primarios.

No. Iteración- Fuente	Estudios encontrados	Estudios relevantes	Estudios primarios seleccionados
Science Direct	265	3	2
IEEE Xplore	186	7	4
Google Académico	1620	15	8
Springer	272	5	0
Total	2343	30	14

Tabla 2 – Estudios Analizados y Seleccionados

A continuación, se presentan los resultados del análisis de cada uno de los estudios primarios a través de la respuesta de cada una de las preguntas de investigación.

- *Pregunta Q1. Estudios Sobre Reconocimiento Facial*

En la Tabla 4 se muestran los estudios primarios seleccionados en el que se incluye: identificación del estudio, nombre del estudio y referencia.

ID	Nombre del estudio	Ref.
E1	FaceTime – Deep Learning Based Face Recognition Attendance System	(Arsenovic,2017)
E2	A Fast Face Recognitio System Based On Deep Learning	(Wei & Peng,2018)
E3	Reconocimiento Facial con Deep Learning y Python	(Amat,2021)
E4	Reconocimiento Facial y Extracción de Información Mediante Deep Learning a Partir de Datos Obtenidos en Red Social	(Pinilla,2020)
E5	Desarrollo de una Aplicación de Reconocimiento de Imágenes Utilizando Deep Learning con OpenCV	(Rodriguez,2018)
E6	Multi-View Face Recognition From Single Rgbd Models Of The Faces	(Donghun,2017)
E7	Desarrollo De Un Sistema De Identificación Mediante Técnicas De Reconocimiento Facial	(Ruesgas,2019)
E8	Diseño y Simulación De Un Sistema De Reconocimiento Facial Basado En Deep Learning	(Jarrin,2021)
E9	Implementación de una red neuronal de convolución para el reconocimiento de poses en imágenes de rostros	(Mendez,2014)
E10	Comparing And Combining Lighting Insensitive Approaches For Face Recognition	(Gopalan,2010)
E11	Deep Learning Network for Face Detection	(Xueyi,2015)
E12	A Jointly Local Structured Sparse Deep Learning Network For Face Recognition	(Wu,2016)
E13	How Effective are Landmarks and Their Geometry for Face Recognition?	(Shi,2016)
E14	Aplicación del Deep Learning para el Reconocimiento Facial con la Presencia de Oclusiones en el Contexto de la Pandemia Covid 2021	(Mucha,,2021)

Tabla 3 – Estudios Primarios

- *Pregunta Q2. Modelos (Algoritmos) De Deep Learning Para El Reconomiento Facial*

En la Tabla 5, se presentan los modelos o algoritmos utilizados por cada estudio para el reconocimiento facial, la tabla está organizada de tal forma que en la primera columna se define la identificación del estudio asignado en el apartado anterior, seguido de dos columnas en donde se nombran los modelos o algoritmos utilizados para el reconocimiento facial y datos que son importantes de resaltar.

ID	Modelos (Algoritmos)	Características
E1	El modelo propuesto se compone de técnicas de cascada CNN para detección de rostros y CNN para generar incrustaciones de rostros	Detección de rostro, Pre procesamiento de imágenes: búsqueda de puntos de referencia faciales y posicionamiento de rostros

ID	Modelos (Algoritmos)	Características
E2	Método de aprendizaje profundo constituido por 6 capas construido sobre la plataforma FPGA: Una Capa de entrada, Dos Capas de convolución, Dos Capas de grupo, Una Capa de conexión completa.	Se construye el modelo de entrenamiento CNN Construir la red de aprendizaje en la plataforma FPGA basada en la estructura de red entrenada. Importar los parámetros entrenados en la PC a la red.
E3	El método propuesto utiliza una red neuronal convolucional en cascada multitarea, constituido a partir de la combinación de 3 modelos de redes neuronales.	Detección y recorte de cara, Embedding de cara, Vector embedding,, incrustación o codificación), Cálculo de similitud con vectores de referencia,
E4	Utilización de modelo previamente entrenado, el cual funciona a partir de la evaluación mediante conjuntos de Train, Test y Validation. En la CNN, los datos de entrada se representan mediante tres matrices y se hace uso del clasificador Harr y el algoritmo K-Means.	Recopilación de información (Web Scraping), Búsqueda de patrones (Clasificador Harr), Embedding, Identificar similitudes (K-Means)
E5	Se permite la creación de una red convolucional a partir del uso de diferentes arquitecturas incluidas en el Api de Keras.	Los pasos de la red convolucional están condicionados por la arquitectura seleccionada.
E6	El modelo propuesto, está constituido por un esquema de votación ponderado para mejorar el reconocimiento facial al combinar imágenes de rostros desde diferentes puntos de vista.	Obtención de imágenes y transformación. Análisis y evaluación de imágenes faciales.
E7	Se utiliza la tecnología de Blockchain de almacenamiento de la información.El modelo utilizado está basado en la red ResNet-34, con la excepción de que cuenta con menos capas y reduce a la mitad el número de filtros, 29 capas convolucionales.	Se captura la imagen en tiempo real de una persona Aplica modelo de detección facial, Evaluación de reconocimiento e identificación, Registro de la identificación se almacena (Blockchain), Consulta de datos a través de interfaz Web
E8	Se construye una red neuronal convolucional mediante una serie de procesos y además de utilizar un clasificador Cascade.	Obtención de características faciales (Una convolución y un pooling),
E9	Utiliza una arquitectura de redes profundas convolucionales y un algoritmo estándar de rostros propios. La red neuronal está constituida de seis capas: Una capa de entrada, Tres capas de convolución, Una capa de submuestreo, Una capa de salida tradicional (función de activación sigmoidal)	Como entrada se utilizaron rostros detectados y enmarcados por el algoritmo de detección de rostros en cascada, El algoritmo para el entrenamiento fue de propagación hacia atrás junto al método estocástico diagonal de Leyenberg Marquadt para la optimización de la tasa de aprendizaje.
E10	Se propone la creación un algoritmo a partir del estudio de algoritmos de reconocimiento de rostros y que presentan enfoques de compensación y normalización de la iluminación.	Un algoritmo que cuente con la utilización de la combinación de clasificadores estudiados, que presente bueno resultados dependiendo de las condiciones de análisis y calidad de los datos.

ID	Modelos (Algoritmos)	Características
E11	La red profunda propuesta por seis capas, donde se hace uso de cuatro máquinas de Boltzmann para disminuir errores de entrenamiento, la red está constituida de la siguiente forma: Una capa visual, Cuatro capas ocultas, Una capa de clasificación	El uso de las máquinas de Boltzmann busca disminuir la transferencia de errores de entrenamiento entre capas., La detección de los rostros está dada por el análisis de (color de piel, normalización en escala de grises).
E12	Se propone un modelo optimizado de red de aprendizaje profundo disperso (SDLN), utiliza el Algoritmo vecino más cercano para calcular la relación entre las regiones cercanas.	Se divide el rostro humano en nueve regiones superpuestas.
E13	El enfoque propuesto, tiene como referencia la morfometría geométrica por lo cual se busca modelar una cara utilizando un conjunto de puntos de referencia y dos medidas de distancias.	Los puntos de referencia matemáticos son importantes para el reconocimiento facial automatizado.
E14	Se utiliza la red convolucional pre entrenada VGG16, divida en tres carpetas: Train, Test y Valid.	Consta de fase de entrenamiento, , etapa de ejecución y análisis de resultados.

Tabla 4 – Modelos (Algoritmos)

A partir de la recopilación de la información presentada se puede destacar que:

La utilización de métodos de aprendizajes propios es la que más se destaca 36 % (E2, E6, E8, E9, E11). Seguido de las técnicas de cascada CNN para la detección de rostros 14 % (E1, E3), resaltando que cada uno de estudios tiene sus respectivas variaciones. Evaluación mediante conjuntos es utilizada por un 14 % (E4, E14), destacando que para (E14) se utiliza una red convolucional pre-entrenada. Utilización de modelos preestablecidos o preentrenados 14 % (E5, E7). La información es muy poca para definir el modelo o algoritmo usado 21 % (E10, E12, E13). En la siguiente figura se puede apreciar de mejorar forma la información anterior:

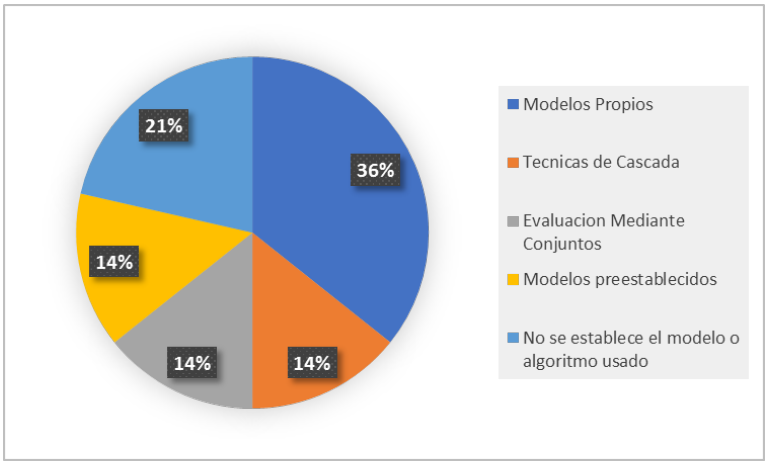


Figura 1 – Porcentaje de Utilización de modelos

Pregunta Q3. Herramientas Software

En la Tabla 6, se presentan las herramientas software utilizadas por cada estudio, la tabla está organizada de tal forma que a criterio de los investigadores se otorgan tres columnas para las siguientes herramientas: Python, OpenCV, Google Colaboratory y una columna para las otras herramientas que son utilizadas si es el caso.

ID	Herramientas Software			
	Python	**OpenCV**	**Google Colaboratory**	**Otros**
E1	*X*	*X*	-	Dlib
E2	-	-	-	Matlab, FPGA
E3	X	-	-	-
E4	X	-	X	-
E5	X	X	-	PipeLine, Aetros, Electron, Node.js, Jquery,ZMQ,TensorFlow, Keras
E6	-	-	-	-
E7	X	-	X	GNU Bash, JavaScript, Hyperledger, Composer Modeling Language
E8	X	X	-	SolidWorks, Camara tipo domo
E9	-	X	-	C++
E10	-	-	-	-
E11	-	-	-	-
E12	-	-	-	-
E13	-	-	-	-
E14	X	-	-	Librería VG G16, Google Drive
Total	7	4	2	7
Porcentaje	50%	29%	14%	50%

Tabla 5 – Herramientas Software

En base a la recopilación de la información presentada se puede destacar que:

La herramienta más utilizada por los estudios es el lenguaje de programación Python 50 % (E1, E3, E4, E5, E7, E8, E14), seguido por la biblioteca de visión artificial OpenCV 29 %. (E1, E5, E8, E9) La herramienta de Google Colaboratory con una utilización de un 14 %, (E4, E7) y por último en la columna de otros encontramos algunas herramientas que son utilizadas solo una vez en el estudio correspondiente. En la siguiente figura se puede apreciar de otra forma la información anterior:

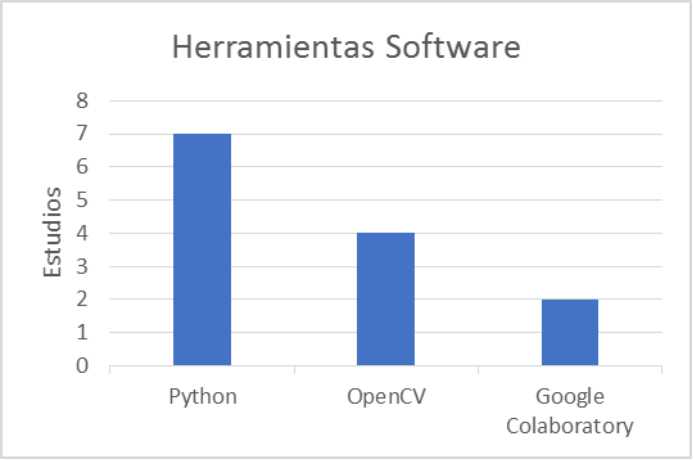


Figura 2 – Nivel de utilización de Herramientas Software

Pregunta Q4. Resultados esperados.

En la Tabla 7, se presentan los resultados de los estudios primarios que son analizados, teniendo en cuenta la aplicación de las técnicas de reconocimiento facial que fueron utilizadas por los mismos. La tabla está organizada de tal manera que se, responde a la pregunta si se hizo resolución al problema planteado y acto seguido la efectividad que ofrece dicho estudio.

Estudio	Resuelve Problema	Efectividad
E1	*SI*	*95,02%*
E2	*SI*	*99,25%*
E3	*SI*	*No menciona*
E4	SI	No menciona
E5	SI	No menciona
E6	SI	80%
E7	*SI*	99,38%
E8	SI	99,38%
E9	SI	85%
E10	SI	90%
E11	SI	94,80%
E12	SI	No menciona
E13	SI	No menciona
E14	SI	71%

Tabla 6 – Resultados esperados

En base a la recopilación de la información presentada se puede destacar que:

En su totalidad los estudios primarios analizados logran el objetivo de resolver la problemática planteada. La efectividad de reconocimiento facial proporcionada por los estudios entre 90 % y 100 %, se encuentran el 43 % de los mismos (E1, E2, E7, E8, E10, E11), seguido de una efectividad entre 80 % y 90% correspondientes al 14 % de los estudios (E6, E9), el 14 % de los estudios (E14) presenta una efectividad que se encuentra entre 70 % y 80 %. Finalmente, el 36 % de los estudios no mencionan resultados en valores porcentuales (E3, E4, E5, E12, E13). En la siguiente figura se puede apreciar de otra forma la información anterior:

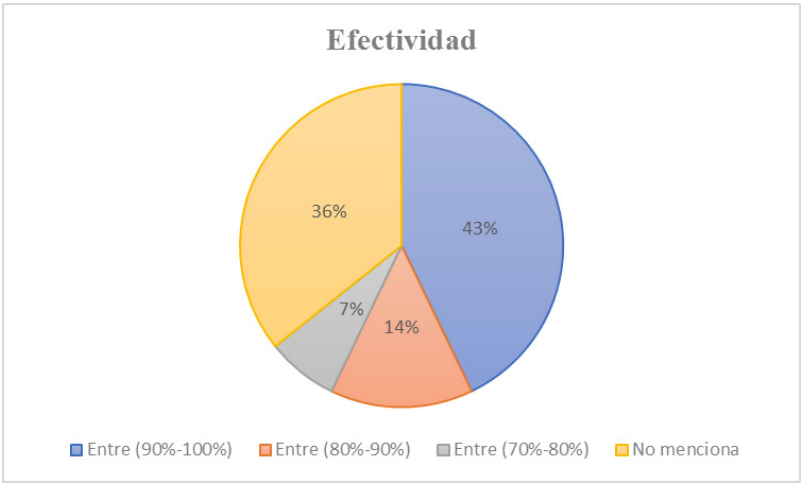


Figura 3 – Efectividad de los modelos

5. Conclusiones

Concretamente en este estudio se realiza una revisión bibliográfica de investigaciones realizadas en torno al reconocimiento facial con lo cual se sintetiza las tendencias en cuanto al uso de algoritmos y herramientas usadas para el tema mencionado. Como resultado se encontraron catorce (14) estudios primarios publicados entre octubre de 2015 y junio del 2021.A partir del análisis de los estudios primarios puede observarse que en su mayoría proponen soluciones basadas en algoritmos propios y en algunas ocasiones combinados con arquitecturas de redes neuronales pre entrenadas. Se evidencia la utilización de técnicas de aprendizaje profundo con el uso de arquitecturas de redes neuronales convolucionales en todos los estudios centrados en reconocimiento facial dejando las técnicas de machine learning para el reconocimiento de imágenes, esto dada las ventajas en efectividad de los modelos deep learning implementados para detección de rostros que se argumenta en los trabajos investigados.

En relación a las herramientas software propuestas, se observa el uso en la mayoría de los casos del lenguaje python y en algunos casos combinado con la biblioteca de visión artificial Open CV, mientras que el uso de Matlab y otros lenguajes fue menos frecuente

y en cuanto a herramientas de procesamiento de datos se destacó google colaboratory utilizado como plataforma en línea para realizar entrenamiento de las redes neuronales.

Finalmente se concluye que este estudio puede ser útil para orientar investigaciones futuras y centrar la atención en áreas menos abordadas en reconocimiento facial. Como trabajo futuro se espera realizar una actualización de la revisión bibliográfica presentado con la intensión de abordar nuevos trabajos y tener una visión actualizada de investigaciones desde la óptica de inteligencia artificial basados en detección de rostros. Así mismo se espera a partir de la investigación realizada aplicar los métodos adecuados para el desarrollo de un método automatizado de reconocimiento facial basado en algoritmos de aprendizaje.

Referencias

Akhtar, A. R. (2017). Un rostro en cualquier forma: nuevos desafíos y oportunidades Para la tecnología de reconocimiento facial. *IEEE Computer, 50*(4), 80-90.

Amat, J. R. (Mayo de 2021). Reconocimiento facial con deep learning y python. Obtenido de https://www.cienciadedatos.net/documentos/py34-reconocimiento-facial-deeplearning-python.html

Arsenovic, S. S. (2017). FaceTime - Deep learning based face recognition attendance system. *SISY 2017 - IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Proceedings*, pp. 53–57.

Chihaoui, A. E. (Diciembre de 2016). A Survey of 2D Face Recognition Techniques. *Computers, vol. 5*(No 4), Art. No 4. doi:doi: 10.3390/computers5040021.

Han, Y. y. (2020). Face Recognition Attendance System Based on Real-Time Video Processing. *IEEE Access, vol. 8*, pp. 159143-159150. doi: doi: 10.1109/ACCESS.2020.3007205

Herrera, L. &. (2017). Inteligencia artificial y lenguaje natural. Lenguas Modernas. *Vol.19* , 157 - 165.

Li y Jiang, L. T. (2015). Big Data: Algorithms, Analytics, and Applications. *Chapman &. CRC Press*.

Pinilla, P. g. (2020). Reconocimiento facial y extracción de información mediante Deep Learning a partir de datos obtenidos en red social. . Obtenido de https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/37576

Rodriguez, O. (2018). Desarrollo De Una Aplicación de Reconocimiento en Imágenes Utilizando Deep Learning con Opencv. (U. P. Valencia., Ed.) Valencia, España.

Ruesgas, B. S. (14 de Septiembre de 2019). Desarrollo de un Sistema de Identificación Mediante Técnicas de Reconocimiento Facial. Leon, Mexico. Obtenido de https://digital.csic.es/handle/10261/193529

Torroledo, C. A. (2018). Aplicación De Técnicas De Aprendizaje Profundo Para La Clasificación Y Reconocimiento De ObjetosEn Imágenes. Bogotá. Obtenido de Obtenido de https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10680.

University of Toronto. (2015). *Biographical Information Geoffrey E. Hinton*. Obtenido de Department of Computer Science: https://www.cs.toronto.edu/~hinton/

Wang, S. y. (Agosto de 2012). Descripción general del aprendizaje profundo. *Application Research of Computers, vol. 29*, págs.2806-2810.

Zheng Yin, C. Q. (2014). El aprendizaje profundo y su nuevo progreso en el reconocimiento de objetos y comportamientos. *Journal of Tmage and Graphics, Vol 19*(2), 175-184.

, A. R. (2017). Un rostro en cualquier forma: nuevos desafíos y oportunidades Para la tecnología de reconocimiento facial. *IEEE Computer, 50*(4), 80-90.

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

Recebido/Submission: 16/12/2022
Aceitação/Acceptance: 26/03/2023

Implementación de la Norma ISO 27032 frente al riesgo de inseguridad para la comunidad estudiantil en tiempos de pandemia

Hernández Cruz Luz María[1], Alvarez Salgado Felipe Angel [2],
Decena Chan Carlos Alberto[2] y Gómez Kú Ricardo[2]

lmhernan@uacam.mx; falvarez@itescam.edu.mx; cadecena@itescam.edu.mx; rgomez@itescam.edu.mx

[1] Universidad Autónoma de Campeche, Predio s/n por Av. Humberto Lanz Cárdenas Siglo XXIII, Av. Exhacienda Kala, 24085 Campeche, México.

[2] Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Avenida AH-Canun, Sin Número, San Felipe, 24900 Calkiní, Campeche, México.

Pages: 332-341

Resumen: El presente artículo surge del riesgo inminente que implica el cambio de modalidad en la educación de tipo presencial a distancia ante el confinamiento por la COVID-19. El sistema educativo en México optó, como en la mayor parte del mundo, a no exponer a los estudiantes (de cualquier nivel educativo) al contagio por la COVID-19. Sin embargo, existen otros riesgos a los que se enfrenta la comunidad estudiantil con el uso constante de la internet y la cantidad excesiva de personas, que hoy día, navega buscando vulnerabilidades para cometer delitos cibernéticos. El estudio establece un análisis de controles de ciberseguridad para usuarios finales con base en la Norma ISO/IEC 27032 que puedan ser aplicados para prevenir ciberataques. Con lo anterior, se busca principalmente preservar la integridad de la comunidad estudiantil, teniendo como valor agregado sirvan los resultados obtenidos para ser aplicados por cualquier usuario final.

Palabras-clave: Ciberseguridad; ISO 27032; usuario final.

Implementation of the ISO 27032 Standard against the risk of insecurity for the student community in times of pandemic

Abstract: This article arises from the imminent risk involved in the change of modality in face-to-face distance education in the face of confinement by COVID-19. The educational system in Mexico opted, as in most of the world, not to expose students (of any educational level) to contagion by COVID-19. However, there are other risks that the student community faces with the constant use of the Internet and the excessive number of people who today browse looking for vulnerabilities to commit cybercrimes. The study establishes an analysis of cybersecurity controls for end users based on the ISO/IEC 27032 Standard that can be applied to prevent

cyberattacks. With the foregoing, it is mainly sought to preserve the integrity of the student community, having as an added value the results obtained to be applied by any end user.

Keywords: Cybersecurity; ISO 27032; end users.

1. Introducción

La pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19) ha provocado una crisis sin precedentes en todos los ámbitos. En la esfera de la educación, esta emergencia ha dado lugar al cierre masivo de las actividades presenciales de instituciones educativas en más de 190 países con el fin de evitar la propagación del virus y mitigar su impacto. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a mediados de mayo de 2020 más de 1.200 millones de estudiantes de todos los niveles de enseñanza, en todo el mundo, habían dejado de tener clases presenciales en la escuela.

En el ámbito educativo, gran parte de las medidas que los países de la región han adoptado ante la crisis se relacionan con la suspensión de las clases presenciales en todos los niveles, lo que ha dado origen a tres campos de acción principales: el despliegue de modalidades de aprendizaje a distancia, mediante la utilización de una diversidad de formatos y plataformas; el apoyo y la movilización del personal y las comunidades educativas, y la atención a la salud y el bienestar integral de las y los estudiantes (CEPAL, 2020).

En respuesta a esta contingencia, la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) en respuesta a las medidas sanitarias emitidas por las autoridades del gobierno mexicano, suspendió labores el día 23 de marzo de 2020 y dio seguimiento a sus programas educativos en modalidad virtual para garantizar la continuidad de las actividades escolares. Actualmente, al 31 de enero de 2022, la UAC entre muchas otras instituciones educativas siguen en modalidad virtual o híbrida en todo el país, y en el mundo.

2. Uso de Internet en México durante el 2020

La seguridad en Internet y en el ciberespacio nos preocupa a todos. Cada vez hay más presencia en el ciberespacio, sitios web y otras aplicaciones tienden a aprovechar este nuevo mundo virtual. El ciberespacio es un ambiente complejo resultante de la interacción de las personas, el software y los servicios de Internet soportados estos por el hardware y las redes de comunicaciones (ISO 27032).

Durante el tercer trimestre de 2020, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) realizó la captación de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2020. Las estimaciones de la ENDUTIH 2020 permiten caracterizar el fenómeno de la disponibilidad y uso de las TIC a nivel nacional, ámbito urbano, ámbito rural, por estrato socioeconómico y entidad federativa. Con este esfuerzo, el INEGI y las instituciones que apoyan la realización de esta encuesta, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), ponen a disposición de los usuarios más y mejores estadísticas para la toma de decisiones.

La ENDUTIH estima que en 2020 hay 84.1 millones de usuarios de internet, que representan 72.0% de la población de seis años o más. Esta cifra revela un aumento de 1.9 puntos porcentuales respecto de la registrada en 2019 (70.1%).

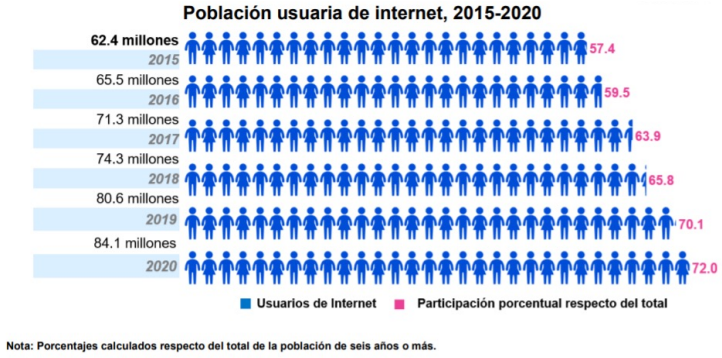


Figura 1 – Población usuarios de Internet, 2015-2020.

Analizando el comportamiento de los distintos grupos de edad de la población total, el que concentra la mayor proporción de usuarios de internet respecto al total de cada grupo de edad, es el grupo de 18 a 24 años con una participación de 90.5%. El segundo grupo de edad donde el uso de internet está más generalizado, es el de 12 a 17 años, con 90.2%. En tercer lugar, se encuentran los usuarios de 25 a 34 años, quienes registraron 87.1%. Por su parte, el grupo de edad que menos usa internet es el de 55 y más años, ya que registraron 37.5 por ciento (INEGI, 2021).

3. Ciberseguridad

El término "ciberseguridad" se ha generalizado hoy día en nuestra sociedad y, junto a él, algunos otros como ciberdelincuencia, ciberterrorismo, ciberataque, ciberdefensa, etcétera. La ciberseguridad es la capacidad de resistir, con un nivel determinado de fiabilidad, a toda acción que comprometa la disponibilidad, autenticidad, integridad, o confidencialidad de los datos almacenados o transmitidos, o de los servicios ofrecidos.

Se considera que los diferentes tipos de agentes que pueden provocar un problema de ciberseguridad son:

- Agentes naturales sin intencionalidad ni motivación. Por ejemplo, un desastre natural o un error humano.
- Agentes de perfil bajo. Individuos aislados o poco organizados que actúan normalmente con fines exclusivamente personales.
- Cibercriminales. Organizaciones mafiosas o de crimen organizado que pretenden obtener un beneficio económico provocar daños de acuerdo con sus intereses.
- Ciberterroristas. Organizaciones terroristas en acciones de propaganda, reclutamiento y atentados contra sistemas de información.

- Ciberactivistas. grupos antisistema, de extremismo radical político o ideológico, que actúan principalmente para desacreditar o dañar a las instituciones.
- Estados. Cuando estos dan continuidad a los conflictos físicos extendiéndolos al mundo virtual, pudiendo ir desde las simples campañas de desprestigio, la intromisión en procesos electorales o, de modo más amplio, hasta la ciberguerra.

En plena crisis de la COVID-19, en que el teletrabajo, las compras online y el intercambio de correos y mensajes se han generalizado con gran rapidez, es muy importante ser conscientes de los riesgos de ciberseguridad a los que vamos a tener que hacer frente en los próximos meses, muy probablemente con gran intensidad en la fase de recuperación de la actividad económica. No es exagerado pensar que, dadas las vulnerabilidades actuales en este ámbito de muchas empresas e instituciones, los ciberdelincuentes van a aprovechar las circunstancias para tomar posiciones haciendo intrusiones y robando información y datos9.Esto lleva a una primera reflexión. Es necesario plantearse seriamente, si no lo hemos hecho ya, el tema de la ciberseguridad en nuestra empresa, organización e incluso actividad, y aprender las lecciones del pasado.

Se considera importante crear una cultura responsable de la ciberseguridad para los usuarios centrada en la prevención, ante la corresponsabilidad de éstos y el Estado para evitar riesgos en el ciberespacio, mediante la instrumentación de medidas de concientización acerca de la importancia de conocer las amenazas en el ambiente digital que vulneran la seguridad y la importancia de las líneas de acción con respeto irrestricto a los derechos humanos (Erick Francisco Tapia Hernández, 2021).

3.1. Norma ISO/IEC 27032

El término ISO/IEC 27032 se refiere a "Ciberseguridad" o a "Seguridad en el Ciberespacio", que se define como la protección de la privacidad, integridad y accesibilidad de la información de datos en el Ciberespacio. Por lo tanto, el ciberespacio se reconoce como una interacción entre las personas, el software y los servicios de tecnología mundiales.

La norma internacional ISO/IEC 27032 tiene como objetivo destacar la función de los valores en el ciberespacio, con respecto a la seguridad de la información, seguridad de la red e internet, y la protección de la infraestructura crítica de la información (CIIP). La ISO/IEC 27032 en su calidad de norma internacional proporciona un marco de política para abordar el establecimiento de la confianza, colaboración, intercambio de información y orientación técnica para la integración de sistemas entre los interesados en el ciberespacio (Corporation, 2022).

La Norma ISO/IEC 27032 ofrece una guía sobre la seguridad cibernética. Presenta las directrices para mejorar el estado de la seguridad cibernética y sus dependencias con otros ámbitos relacionados con la seguridad. Trata en concreto sobre la seguridad de la información, redes e Internet y la protección de infraestructuras críticas que gestionan la información (CARPENTIER, 2016).

Con esta norma de ciberseguridad se ha creado un nuevo marco para mejorar la seguridad en internet y está totalmente orientada a intentar garantizar un entorno seguro a través de directrices de seguridad.

Los interesados tienen que desempeñar un rol activo en su respectivo uso y desarrollo de la Ciberseguridad. La Figura 2 muestra los roles de los interesados definidos en la Norma ISO 27032 (Morales, 2017).



Figura 2 – Roles de las partes interesadas en la Norma ISO 27032

A partir de esto, se enfoca el análisis en el rol de los individuos, se identifica indiscutiblemente la academia y la comunidad estudiantil como un consumidor permanente debido a la modalidad a distancia en la Educación ante el confinamiento por la COVID-19.

De ahí, la importancia de fijar la atención en los controles de ciberseguridad para usuario final con la finalidad de disminuir o mitigar el riesgo del acceso recurrente a internet.

3.2. Los controles de ciberseguridad para el usuario final

El riesgo es la posibilidad de que un evento crítico aparezca. Su evaluación permite establecer las acciones para reducir y mantener la amenaza a un nivel razonable y aceptable.

Los controles de ciberseguridad ISO 27032 se agrupan en cuatro categorías: aplicación, servidores, usuario final e ingeniería social. En el presente estudio el objeto de análisis son los controles de usuario final. La Tabla 1 muestra los controles de usuario final de la Norma ISO 27032.

El software antivirus intenta cubrir las principales formas de ataque a tu dispositivo, ya sea ordenador o un smartphone, ya que son muchas las amenazas que se pueden encontrar navegando por Internet o copiando archivos a tu dispositivo. Si no se cuenta con una barrera de seguridad con algún tipo de antivirus lo más probable es que el equipo sea infectado.

El antivirus debe ser actualizado frecuentemente para garantizar la protección contra las últimas amenazas. Casi todos los antivirus pueden ser configurados para que se actualicen automáticamente, siendo aconsejable que esta opción esté habilitada.

Ciberseguridad	Mecanismo de prevención
Controles de usuario final	Instalar actualizaciones (Sistema Operativo)
	Aplicaciones actualizadas
	Uso de antivirus y antispyware
	Bloqueadores de scripts
	Bloquear ventanas emergentes
	Filtros de phishing
	Uso de firewall personal

Tabla 1 – Controles de usuario final Norma ISO 27032

Todos los antivirus actúan en segundo plano, inspeccionando cada archivo o página que es abierto en el dispositivo donde estén instalados.

El Software antivirus usa tres métodos para proteger el sistema:

1. Analizar archivos comparándolos con una base de datos de software o programas malignos.
2. Monitorizar los archivos del ordenador a medida que van siendo abiertos o creados para garantizar que no estén infectados. Esta es la protección en tiempo real contra virus, que puede afectar al rendimiento del sistema.
3. Inspeccionar periódicamente todo el sistema para verificar si existen archivos corruptos y eliminar los virus existentes, en caso de que pudieran haberse introducido en tu ordenador.

El antivirus compara cada archivo del disco duro con un diccionario de virus ya conocidos. Si cualquier pieza de código en un archivo del disco duro coincide con el virus conocido en el diccionario, el software antivirus entra en acción, llevando a cabo una de las acciones posibles (Guevara, 2014).

Caraterística	Bitdefender	Norton	McAfee	Panda	Kaspersky
Puntuación	**9.8**	**9.3**	**9.2**	**9.2**	**9.0**
Capacidad de detección	Excelente	Excelente	Excelente	Bueno	Razonable
Rendimiento del sistema	Excelente	Bueno	Excelente	Bueno	Bueno
Prestaciones	Excelente	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno
Relación calidad-precio	Excelente	Bueno	Bueno	Razonable	Bueno

Fuente: Tomado de (antivirusguide, 2022)

Tabla 2 – Los mejores antivirus 2022 según AntivirusGuide.

El spyware es un software espía que recopila información desde el ordenador donde se está trabajando, introduciéndose y operando en él sin que lo advierta el usuario. Los espías en el ordenador pueden entrar cuando se instalan programas y se aceptan sus condiciones, siendo por norma general no advertida por la persona que lo instala. Existen programas informáticos que detectan y eliminan los spyware introducidos en el sistema, denominados antispyware. Los más populares son: SpyBot Search & Destroy y Lavasoft Ad-Aware (Beltrán, 2012)

Es muy importante destacar que muchos programas que se anuncian en Internet como potentes limpiadores incluyen programas espía y otros softwares maliciosos. En la web Foro Spyware sus usuarios mantiene un listado actualizado con más de 700 falsos antivirus y programas antispyware.

Un contrafuego (del inglés, firewall) es un equipo de hardware o software utilizado en las redes de ordenadores para prevenir algunos tipos de comunicaciones prohibidas por la política de red. Forman una barrera para proteger a los ordenadores conectados a Internet en las dos direcciones: evitan una intrusión al PC desde la Red e impiden que los programas instalados accedan a Internet sin permiso. Los contrafuegos tradicionales son de hardware, es decir, un dispositivo específico instalado en una red para levantar una defensa y proteger a la red del exterior. Son utilizados en entornos profesionales: el administrador de red define una serie de reglas para permitir el acceso y detiene los intentos de conexión no permitidos.

Los contrafuegos personales son programas que filtran el tráfico que entre y sale de una computadora. Una vez instalados, el usuario debe definir el nivel de seguridad: permite o deniega el acceso de determinados programas a Internet (de forma temporal o definitiva) y autoriza o no los accesos desde el exterior.

Estos dos tipos de contrafuegos no son excluyentes; existen sistemas de protección que son una combinación de ambos: software + hardware (Veiga, 2020)

Un bloqueador de ventanas emergentes o *Pop-up Blocker* es un software que evita que aparezcan ventanas emergentes en un sitio web. Algunos bloqueadores de ventanas emergentes funcionan al cerrar inmediatamente la ventana emergente, mientras que otros deshabilitan el comando que llama a la ventana emergente. La mayoría del software del navegador permite al usuario activar o desactivar el bloqueador.

El bloqueo de pop-ups puede efectuarse diferentes formas a través de (Marañón, 2009):

1. La configuración de su navegador.
2. Las barras de complemento para navegación y búsqueda
3. Las opciones de seguridad de su antivirus
4. Software especializado para tal efecto.

3.3. El Modelo de respuesta

Reconociendo el análisis previo, a continuación, se propone un modelo de respuesta sugerido para aplicar controles de usuario final recomendados por la Norma ISO 27032.

Con la información recabada y los hallazgos reconocidos, se diseña una propuesta de un modelo de respuesta aplicable por alumnos en pro de protegerse ante las vulnerabilidades

que conlleva el estar conectados a la Internet. Reconociendo las tecnologías más utilizadas por la comunidad estudiantil. La Tabla 3 muestra el Modelo de respuesta propuesta para emplear controles de usuario final básico o mínimo.

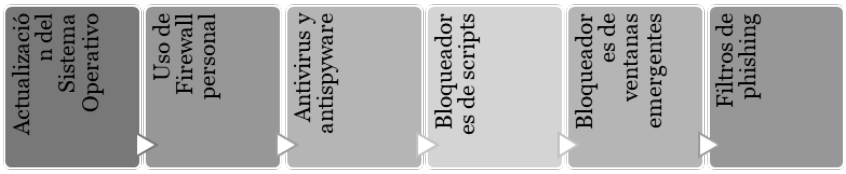


Figura 3 – Controles de usuario final de la Norma ISO 27032

Control de usuario final	**Respuesta/recomendación**
Instalar actualizaciones (Sistema Operativo) Aplicaciones actualizadas	Sistema Operativo Windows. En el Sistema Operativo Windows, dentro de la opción Configuración, el último apartado es Actualización y seguridad. • Windows *Update*
Uso de antivirus y antispyware	Antivirus Windows defender. • Windows Defender. • BitDefender. Antivirus gratis para uso personal: • Avast Home • Avira Antivir Personal
Bloqueadores de scripts	Bloqueador de Scripts Google Chrome. • ScriptSafe • Script Defender
Bloquear ventanas emergentes	Bloquear ventanas emergentes a través del navegador web. Google Chrome. • Propio de cada Navegador web
Filtros de phishing	Anti-phishing • Propio de cada Navegador web
Uso de firewall personal	Windows • Seguridad total de Bitdefender (Windows, macOS, Android, iO) • Firewall: GlassWire o TinyWall

Fuente: Fuente propia.

Tabla 3 – Modelo de respuesta propuesto de acuerdo con controles de usuario final ciberseguridad ISO 27032

4. Conclusiones

El estándar o norma ISO/IEC 27032 proporciona un marco seguro para el intercambio de información facilitando la colaboración segura y fiable para proteger la privacidad

de las personas en todo el mundo. Esta norma pretende garantizar la seguridad los intercambios de información en la Red para lograr hacer frente de forma más efectiva a los ciberataques. Uno de los principales objetivos de esta norma es mejorar la seguridad en la Internet. Específicamente, en el presente se abordan los controles aplicables por los usuarios finales necesarios y suficientes para mantener la seguridad. No olvidemos, que toda persona conectada a Internet es vulnerable a diversas amenazas que, en usuarios finales menos experimentados, son factibles en convertirse en ataques y/o ciberdelitos.

En el entorno educativo o académico, los jóvenes tienen mayor empatía por aplicar herramientas que permitan proteger su integridad, confidencialidad, seguridad y cualquier activo propio. El estudio concreta un modelo propuesto de seguridad alineado a los controles de usuario final esperados por la Normal ISO 27032, concretando herramientas tecnológicas específicas para los entornos que se han identificado como más utilizados en la comunidad estudiantil en México. Como valor agregado, este estudio abre la posibilidad de analizar otras vertientes de la Norma 27032 y la integración de diferentes tecnologías emergentes para preservar la seguridad y mitigar los riesgos ante el uso continuo de la Internet.

Referencias

Rocha, Á. (2012). Framework for a Global Quality Evaluation of a Website. *Online Information Review, 36*(3), 374-382. https://doi.org/10.1108/14684521211241404

antivirusguide. (S/D de S/M de 2022). *antivirusguide*. Obtenido de antivirusguide: https://www.antivirusguide.com/es/mejor-antivirus/?lp=default&utm_source=google&utm_medium=cpc&sgv_medium=search&utm_campaign=11189230689&utm_content=109699979517&utm_term=mejores%20antivirus&cid=467240266053&pl=&feeditemid=&targetid=kwd-141543115&mt=b&ne

Beltrán, J. V. (2012). *Gestión de archivos. ADGG0208*. ANTEQUERA (MALAGA): IC Editorial.

CARPENTIER, J.-F. (2016). *La seguridad informática en la PYME: Situación actual y mejores prácticas*. Barcelona: Ediciones ENI.

CEPAL. (2020). *La educación en tiempos*. S/C: UNESCO.

CONSULTORES, G. A. (S/D de S/M de S/A). *GrupoACMS CONSULTORES*. Obtenido de GrupoACMS CONSULTORES: https://www.grupoacms.com/norma-iso-27032

Corporation, B. H. (s/d de s/m de 2022). *Blue Hat Corporation*. Obtenido de Blue Hat Corporation: https://www.bluehatcorp.com/iso-27032-ciberseguridad-inicio/

Erick Francisco Tapia Hernández, R. R. (2021). La importancia de la ciberseguridad y los derechos humanos en el entorno virtual. *Mision Juridica Revista de Derecho y Ciencias Sociales*, 154.

Guevara, M. Á. (2014). 4.1 Cómo funciona un antivirus. En M. Á. Guevara, *Gestión de archivos. MF0978*. (pág. 98). España, logroño la rioja: TUTOR FORMACION.

Marañón, G. Á. (2009). CAPITULO 4 MEDIDAD AVANZADAS DE SEGURIDAD. En G. Á. Marañón, *Cómo protegernos de los peligros de Internet* (pág. S/P). MADRID: CATARATA.

Morales, G. G. (10 de marzo de 2017). *Linkedin*. Obtenido de Linkedin: https://es.linkedin.com/pulse/gesti%C3%B3n-de-la-ciberseguridad-seg%C3%BAn-el-isoiec-gianncarlo-g%C3%B3mez-morales

PARDO DE VEGA CAMINO & RODIL JIMÉNEZ, I. (2010). *Operaciones auxiliares con tecnologías de la información y la comunicación*. España: Ediciones Paraninfo.

Veiga, J. M. (2020). *Perito Judicial en Seguridad física y lógica de un sistema de información*. S/C: S/E.

INEGI (2021, 22 de junio) EN MÉXICO HAY 84.1 MILLONES DE USUARIOS DE INTERNET Y 88.2 MILLONES DE USUARIOS DE TELÉFONOS CELULARES: ENDUTIH 2020 [Comunicado de prensa]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH_2020.pdf

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

Recebido/Submission: 05/12/2022
Aceitação/Acceptance: 09/03/2023

Un juego serio para apoyar el aprendizaje del autocuidado de la salud y la educación sexual en niños con discapacidad intelectual

Karina Panamá-Mazhenda, Sofía Bravo-Buri, Yaroslava Robles-Bykbaev, Vladimir Robles-Bykbaev, María Eugenia Barros-Pontón

jpanamam1@est.ups.edu.ec; sophiebravoburi@gmail.com; zrobles@ups.edu.ec; vrobles@ups.edu.ec; mbarros@ups.edu.ec

GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa: Universidad Politécnica Salesiana, Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, 010102, Cuenca, Ecuador.

Pages: 342-354

Resumen: Según las últimas estimaciones de UNICEF, 240 millones de niños tienen discapacidades en el mundo. Los países en vías de desarrollo de América del Sur, como Ecuador, actualmente no cuentan con suficientes herramientas tecnológicas para enseñar conceptos de educación sexual y autocuidado de la salud a niños y jóvenes con discapacidad. Por estas razones, en este artículo presentamos un juego serio para apoyar el aprendizaje de estos conceptos a niños y jóvenes con discapacidad intelectual. En esta línea, el sistema desarrollado implementa un Random Forest Classifier para determinar qué secciones del juego debe jugar cada niño según su perfil. Probamos el juego serio con 10 niños y jóvenes con discapacidad intelectual. Los resultados preliminares son alentadores y muestran niveles significativos de aceptación por parte de niños y jóvenes.

Palabras-clave: juego serio; discapacidad; salud sexual; aprendizaje; random forest.

A serious game to support the learning of self-health care and sexual education in children with intellectual disability

Abstract: According to the latest estimates by UNICEF, 240 million children have disabilities in the world. Developing countries of South America, such as Ecuador, currently do not have enough technological tools to teach sexual education and self-care health concepts to children and youth with disabilities. For these reasons, in this paper, we present a serious game to support the learning of these concepts to children and youth with intellectual disabilities. In this line, the system developed implements a Random Forest Classifier to determine which game's sections must be played by each child according to his/her profile. We tested the serious game with 10 children and youth with intellectual disabilities. The preliminary results are encouraging and show significant acceptance levels by children and youth.

Keywords: Serious game; disability; sexual health; learning; random forest.

1. Introducción

De acuerdo a las últimas estimaciones de UNICEF, 240 millones de niños en el mundo tienen discapacidad. En esta línea, 24% de los niños con discapacidad tienen menos probabilidades de recibir estimulación temprana y atención receptiva, mientras que el 32% tiene mayor probabilidad de sufrir castigos físicos. Otro aspecto que es muy crítico, es que las familias de los niños que sufren abusos sexuales prefieren no reportar esta situación ante las autoridades (*Seen, Counted, Included: Using data to shed light on the well-being of children with disabilities*, 2021).

Por estas razones, es fundamental que los niños y jóvenes con discapacidad puedan recibir una correcta educación tanto sexual como de autocuidado de su salud. En esta línea, es fundamental que se pueda contar con herramientas tecnológicas que permitan mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de estos importantes temas para esta población vulnerable.

En países en vías de desarrollo como el Ecuador, existen muy pocos avances en cuanto a tecnologías para el apoyo educativo de personas con discapacidad en general. Por ello, es fundamental que los niños y jóvenes puedan contar con herramientas adaptadas a sus necesidades y considerando su potencial y reales limitaciones (Leung et al., 2019).

Por lo expuesto, en este artículo se presenta un juego serio que tiene como objetivo que niños y jóvenes con discapacidad intelectual puedan familiarizarse con conceptos fundamentales como la menstruación, los cambios físicos que ocurren en su cuerpo, el sistema reproductor tanto del hombre como de la mujer y la salud sexual y el autocuidado en general. Estos conceptos base les permitirán entender mejor qué ocurre en su cuerpo y cómo afrontar situaciones que pueden conducir a un abuso o al deterioro de su salud.

2. Trabajos relacionados

Actualmente el uso de juegos serios como herramientas educativas se ha vuelto innovador para el proceso de enseñanza aprendizaje, mejorando la función cognitiva y retroalimentación de contenidos, fomentando la participación activa donde los jugadores pueden evaluar su progreso, incorporando estrategias de resolución de problemas, aumentando su autoeficacia. Tal es el impacto que se han desarrollado un sin número de proyectos de investigación y aplicación (Avila-Pesantez et al., 2019) (Laine & Lindberg, 2020) (Cano et al., 2019), en (von Kotzebue et al., 2022) se desarrolló un juego tipo sala de escape enfocado a la educación sexual, en donde el jugador debe completar un conjunto de tareas y misiones para escapar de una habitación en un intervalo de tiempo. En esta propuesta se plantean dos escenarios diferentes que usan dos criterios de desarrollo para medir el impacto del aprendizaje, la carga cognitiva y analizar la experiencia de flujo y motivación durante su uso. Los escenarios de sala de escape fueron creados con Google Sites y Google Forms. Las tareas, acertijos, crucigramas, cuestionarios y rompecabezas se incorporaron a las salas de escape mediante LearningApps y las ayudas o pistas con Google Sites. El juego sigue un orden secuencial, que implica que todos los ejercicios se desarrollen en orden y dentro de un cierto tiempo. otras importantes propuestas son las que mencionan a continuación:

El uso de juegos serios para mejorar los programas de educación es lo que se propone en (Haruna et al., 2018), previo al análisis con expertos en salud e informáticos en colaboración con usuarios finales, se desarrolló un juego relacionado a la educación sexual por escenarios que involucran una serie de actividades y cuestionarios de diez preguntas, uno por cada tema, acumulando puntos para alcanzar el objetivo y desarrollar los siguientes contenidos o repasarlos en caso de no cumplir con el objetivo. Los escenarios y contenidos se desarrollaron en Unity, usando la plataforma Moodle para incorporar las mecánicas del juego como: insignias, tablas de clasificación y un sistema de puntos.

Por otro lado, en (Ndulue & Orji, 2021) se desarrolló un juego persuasivo denominado STD PONG 2.0, que pone en práctica nueve estrategias para suscitar conductas sexuales de riesgo. STD PONG 2.O es un juego interactivo de historia de un pequeño pueblo y una invasión de ETS (enfermedades de transmisión sexual) y VIH, en dónde el personaje, en este caso el usuario, debe de pasar por varios desafíos para salvar al pueblo. El juego consta de 10 niveles, cada nivel figura una nueva ETS, y se evalúa el conocimiento sobre esta ETS por medio de un cuestionario, cada nivel se completa por el porcentaje de salud del personaje, y según se vaya progresando se presenta información general de la ETS. El juego se desarrollado usando Unity, Adobe Animate y Photoshop.

Debido a la falta de educación general acerca de la menstruación, en (Manjur et al., 2021) se desarrolló un aplicativo web que comprende artículos, medidas de higiene, preguntas de animación interactiva, juegos de preguntas, videos educativos, etc, que proporcionan al usuario conocimiento y hechos correctos sobre el tema. También se puede evaluar los conocimientos obtenidos por medio de encuestas y realizar preguntas a expertos sobre temas delicados. Para desarrollar esta plataforma se requirió PHP 7, HTML, C# y CSS para toda la parte del sistema de codificación y almacenamiento de información, y para la parte multimedia usaron Word Press, Adobe Flash y Blender.

Es necesario que los niños desarrollen la capacidad de autocuidado para disminuir la dependencia física hacia los adultos, en (Pasupuleti et al., 2022) se desarrolló un juego colaborativo 2D “Land of Hands” que involucra al niño y un robot social personalizado. Land of Hands se basa en el tema de higiene de manos, incorporando una historia tomada como el escenario de desarrollado del juego, en la que el robot y el niño deben rescatar a una princesa capturada por gérmenes. El juego consta de tres niveles en las que se reconoce y comprende las partes de la mano y el proceso de lavado de manos con ayuda del robot (HakshE). Una vez completados los niveles, la princesa se libera y se realiza una retroalimentación de lo aprendido. Land of Hands se desarrolló usando Godot (v3.3) y funciona de manera independiente o dependiente del robot HakshE. De igual manera en (Kostkova et al., 2019), se desarrollaron una serie de juegos e-Bug como: juegos de plataformas, juegos de reacción rápida y juegos de preguntas que fomentan el aprendizaje de principios básicos de higiene dirigido a dos grupos de edad, el primer grupo está dirigido a niños de 9 a 12 años y el segundo grupo a niños de 12 a 14 años. Los resultados de este proceso se evalúan por medio de cuestionarios posterior y después de cada sección del juego, se compara las respuestas y se mide la efectividad de la mecánica del juego en base al resultado de aprendizaje. En total realizaron una evaluación a 346 niños, concluyendo una mejora significativa del conocimiento, en donde el 55% de los niños se muestra abierto a seguir utilizando la aplicación.

3. Arquitectura general del sistema

En la Figura 1 podemos observar las diferentes capas del software educativo "Conoce tu Cuerpo" que busca enseñar contenidos relacionados a la educación sexual y autocuidado e higiene a los jóvenes desde un punto de vista entretenido e interactivo, fomentando su desarrollo integral a través de estímulos auditivos, visuales, táctiles y cognitivos. Conoce tu Cuerpo emplea estrategias educativas (actividades) para promover una cultura de educación sexual y autocuidado e higiene. Tanto profesores, expertos y adolescentes pueden relacionarse con el juego por medio de un dispositivo móvil o tableta con sistema operativo Android y un computador portátil o de escritorio con sistema operativo Windows o Linux (capa de interfaz de usuario).

Conoce tu cuerpo está compuesto por nueve juegos en relación a las áreas de conocimiento (capa de conocimiento) descritas a continuación:

- La menstruación: área de conocimiento para enseñar los pasos para cambiar la toalla higiénica cuando las mujeres tienen la menstruación.
- Sistema reproductivo: estas secciones contienen contenido educativo acerca de las partes del sistema reproductivo del hombre y de la mujer.
- Partes del cuerpo y cambios físicos: estas secciones constituyen de contenido educativo acerca de los partes del cuerpo y cambios físicos que experimentan los niños y niñas.
- Autocuidado e higiene: estas secciones contienen consejos para la higiene personal.

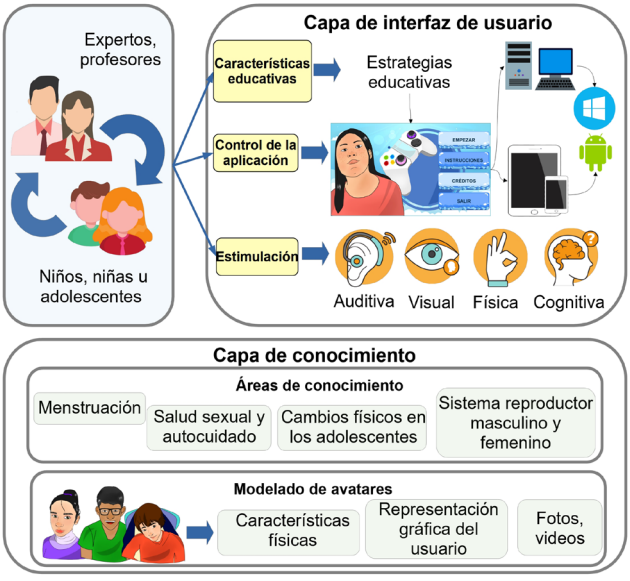


Figura 1 – Esquema general de la arquitectura del juego serio

Por otro lado, el modelado de avatares es una parte fundamental del juego para que el jugador se sienta identificado y conectado emocionalmente con el mismo. Por lo que, los avatares dentro del juego son una proyección de personas reales con discapacidad creados a partir de fotos y videos (capa de conocimiento). Para la creación de avatares se empleó la herramienta Krita para su esquematización (bocetación), definición de patrones, colores y proporciones, evidenciar la personalidad por medio de expresiones y de la posé, la unificación de capas de diseño y la comunicación visual (Espinoza, 2021). La identidad gráfica de "Conoce Tu Cuerpo" tiene como objetivo optimizar la calidad de interacción del usuario, enfocándose en el desarrollo de competencias educativas, por ello se emplearon once directrices en su desarrollo con la finalidad de centrar la atención del usuario en el cumplimiento de los objetivos, tomando en cuenta el proceso de aprendizaje. A continuación, describiremos las directrices usadas que comprenden criterios de usabilidad, de aprendizaje y aspectos del juego (Sierra-Martínez et al., 2022):

- D1. Interfaz intuitiva, sencilla y fácil de usar.
- D2. Emplea un diseño consistente de vista, colores y disposición de los elementos para la inmersión del usuario.
- D3. Incorpora presentaciones visuales (avatares) que corresponden al mundo real.
- D4. Incorpora pictogramas para la representación de ideas.
- D5. Incorpora audios para orientar y motivar al usuario.
- D6. Propicia la estimulación de los diferentes sentidos.
- D7. Proporciona ayuda mediante intentos para orientar al usuario.
- D8. Aborda los contenidos educativos de acuerdo a las áreas de conocimiento.
- D9. Proporciona instrucciones previas al desarrollo de los contenidos, informando al jugador del objetivo a cumplir.
- D10. Brinda la posibilidad de volver a jugar.
- D11. Proporciona una retroalimentación del contenido

En la Tabla 1 se especifica las directrices usadas en el desarrollo de cada una de las secciones del juego, relacionándolas a las áreas de conocimiento y habilidades cognitivas que son estimuladas durante el uso del aplicativo.

Para el desarrollo del juego, se empleó el motor de juegos Unity, donde inicialmente se crearon las diferentes escenas 2D de las diferentes secciones del juego, estas escenas contienen varios GameObjects formados por varios componentes y scripts que definen su funcionalidad. Cada escena emplea uno o varios controladores (GameObject) que gestionan los estados, datos, intentos, escenas, animaciones, instrucciones y sonidos, y un controlador principal que se encarga de asociar los datos de los demás controladores.

4. Árbol de decisión juego serio

Posterior a la aplicación del juego serio, se realizó un estudio para predecir la decisión del jugador para desarrollar una actividad, usando algoritmos supervisados de aprendizaje automático (árbol de decisión) que nos permitan representar las decisiones tomadas por el jugador y sus consecuencias para predecir la variable objetivo (Ramírez & Grandón, 2018). Para este estudio, la selección de variables para armar el conjunto de datos se tomó de los resultados de la evaluación del juego bajo el indicador de objetividad en los

criterios de atención, motricidad y emociones, características del grupo aplicado: edad, sexo, tipo de discapacidad, y secciones del juego serio. Una vez definidas las variables evaluamos la importancia relativa de las mismas para determinar que variables representan un valor relevante, en este caso el nivel de atención, y emociones durante el uso del aplicativo y así determinar si se cumple o no el objetivo. La muestra tiene un total de 109 datos, en la Tabla 2 se describe la composición del conjunto de datos:

Secciones	Áreas de conocimiento	Habilidades cognitivas	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
Sección 1	Cuerpo humano y salud	Atención Percepción Memoria Coordinación óculo manual Freno inhibitorio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sección 2			X	X		X	X	X		X	X	X	X
Sección 3			X	X			X	X		X	X	X	X
Sección 4	Vinculación emocional y social Identidad y autonomía Convivencia		X	X		X	X	X		X	X	X	
Sección 5			X	X			X	X		X	X	X	
Sección 6	Identidad y autonomía Convivencia Cuerpo humano y salud		X	X		X	X	X		X	X	X	X
Sección 7			X	X		X	X	X		X	X	X	X
Sección 8	Identidad y autonomía Cuerpo humano y salud		X	X		X	X	X		X	X	X	X
Sección 9			X	X		X	X	X		X	X	X	X

Tabla 1 – Directrices usadas en el desarrollo del aplicativo en relación a las áreas de conocimiento y el desarrollo integral del usuario

Los árboles de decisión se usan para procesos de clasificación y regresión, en este caso de estudio lo hemos aplicado a un problema de clasificación debido a la variedad de la muestra con valores cualitativos más que cuantitativos, puesto que en el ámbito de la discapacidad los datos o la información recopilada viene acompañada de otras comorbilidades, como el porcentaje de discapacidad, asociación con otra discapacidad o trastorno, si posee lenguaje o no, etc., por lo que no se puede especificar valores cuantitativos a menos qué se trabaje con una muestra grande con las mismas características para establecer datos exactos. Hemos dividido el conjunto de datos en valores de entrada (ED, SEX, D, NA, E y S) y salida (RES). Los datos de prueba representan el 20% del conjunto de datos y el 80% restante como datos de entrenamiento. Para crear nuestro árbol se usó la librería de sklearn “DecisionTreeClassifier” usando la función de entropía para asegurar la pertenencia de las propiedades al grupo adecuado, el mínimo de muestras por nodo y hoja final y el nivel de profundidad (ramas) que tendrá el árbol para clasificar un ejemplo y ajustar el nivel de complejidad del algoritmo. El resultado obtenido en los datos de entrenamiento representa una precisión del 98.84% y en los datos de prueba una precisión del 95.45% como se estima en la Tabla 3.

ID	Nombre de la columna	Clasificación	Tipo de dato	Descripción
1	ED	(15-18)	Entero	Edad del niño/a o adolescente
2	SEX	(F - M)	Categórico	Sexo del niño/a o adolescente
3	D	(INTELECTUAL, MOTRIZ)	Categórico	Tipo de discapacidad del niño/a o adolescente
5	NA	B→Bueno R→Regular D→Deficiente	Categórico	- Predisposición para realizar el juego. - Se comprende las indicaciones de las animaciones dadas al inicio de cada sección del juego. - Los audios de incentivo representan una distracción durante la actividad. - Su atención hasta culminar el juego.
6	E	(S, N)	Categórico	- Muestra timidez durante el juego - Muestra desinterés durante el juego
7	S	(SECCION 1,...n)	Categórico	Secciones del juego
8	RES	JUEGA, NO JUEGA	Categórico	- Variable para determinar si cumple o no cumple el objetivo (jugar, no jugar)

Tabla 2 – Variables de análisis árbol de decisión

	Criterio	Parámetros del modelo				
		Conjunto de entrenamiento	Conjunto de prueba	Máxima profundidad	Muestras mínimas por hoja	Muestras mínimas por división
DecisionTreeClassifier	Entropy	98.84%	95.45%	3	2	4

Tabla 3 – Parámetros del modelo

La estructura del árbol resultante se aprecia en la Figura 2, que parte desde un nodo raíz conectado a nodos secundarios por medio de enlaces dirigidos que se conectan a otros nodos, ramas u hojas. Cada una de las ramas constituyen una etiqueta de clase (dependiendo de la importancia calculada en todos los atributos) con una prueba para cada objeto que se estima como verdadero o falso, la ruta que sigue desde el nodo raíz hasta el nodo final representa las reglas de clasificación que indican las diferentes clases en las que se dividen los datos, cada clase simboliza un grado de estabilidad como método de moderación durante el proceso de selección de atributos, formación de conjuntos, evaluación de rendimiento, etc., (Canete-Sifuentes et al., 2021) (Wang et al., 2015) (Rosati et al., 2020). El nodo raíz de nuestro árbol empieza por una primera subdivisión en base a las emociones del jugador menor a 0.5 en muestras de timidez y desinterés durante el juego. En el segundo nivel notamos el número de muestras distribuidas en 65

y 21 de acuerdo al cumplimiento de la variable objetivo (jugar, no jugar), y así en cada uno de los nodos en la división de las diferentes clases.

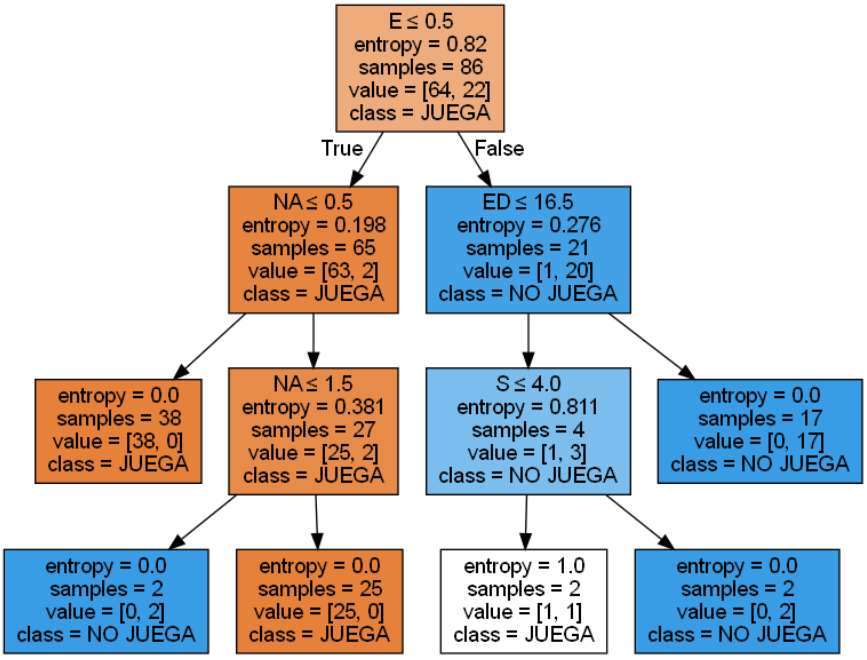


Figura 2 – Salida del árbol de decisión

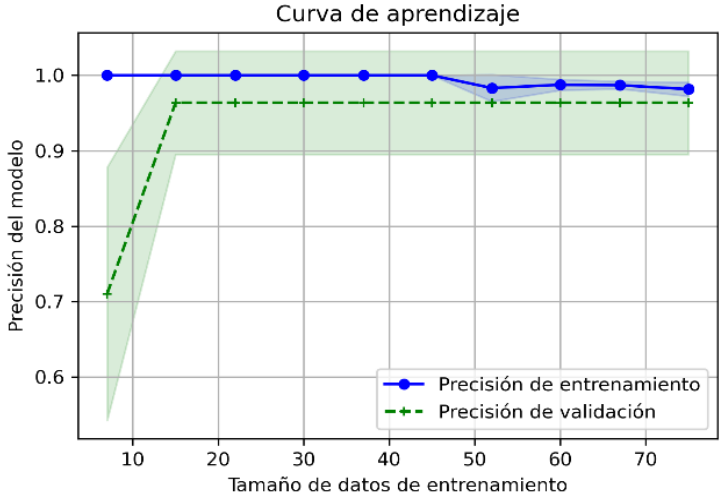


Figura 3 – Curva del aprendizaje del modelo

En la Figura 3 visualizamos la curva de aprendizaje con el mejor desempeño obtenido con el algoritmo supervisado para determinar el cumplimiento de la variable objetivo. La línea azul representa la precisión del entrenamiento, la línea verde la precisión de las pruebas que estima el modelo y el área sombreada figura la desviación estándar de las precisiones obtenidas al momento de ejecutar el modelo, y que aumenta conforme va incrementando (Boubrahimi et al., 2017) (Spaeh & Kosub, 2022).

El resultado de este estudio ayudaría a docentes, tutores o terapistas a realizar una mejor intervención, a predisponerse a adaptar o trabajar en los aprendizajes con adecuadas intervenciones para la mejora del aprendizaje del niño, niña o adolescente, partiendo como base de un resultado, evidenciando así sus dificultades, sus gustos e intereses y por consiguiente generar una intervención adecuada para alcanzar los objetivos del juego, realizando correctamente cada sección hasta culminar el juego.

5. Resultados

Para la validación del juego serio se realizó una encuesta aplicada a niños, niñas y adolescentes con discapacidad intelectual moderada entre 13 y 18 años del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay (IPCA) bajo indicadores de claridad (C), objetividad (O) y consistencia (repeticiones). En la Tabla 2 se describe los criterios tomados por indicador:

Indicadores	Criterios	
C1	Audios comprensibles	
C2	Gráficas comprensibles	
C3	Texto legible	
OA1	ATENCIÓN	Predisposición para realizar el juego
OA2		Comprende las indicaciones de las animaciones dadas al inicio de cada sección del juego
OA3		Los audios de incentivo motivan a realizar la actividad hasta culminarlas
OA4		Los audios de incentivo representan una distracción durante la actividad
OA5		Su atención hasta culminar el juego
OM1	MOTRICIDAD	Desempeño durante el juego al deslizar el dedo
OM2		Desempeño durante el juego al utilizar el touch

Tabla 4 – Criterios de validación por indicador

Para evaluar los criterios se estableció una matriz de calificación de 1 a 3, donde: 1= Deficiente, 2= Regular y 3= Bueno. En la Figura 4 podemos apreciar el promedio obtenido de los resultados de la aplicación del juego serio a un total de 10 niños: 10 adolescentes, 5 hombres y 5 mujeres, entre las edades de 13 a 18 años en los criterios de claridad y objetividad.

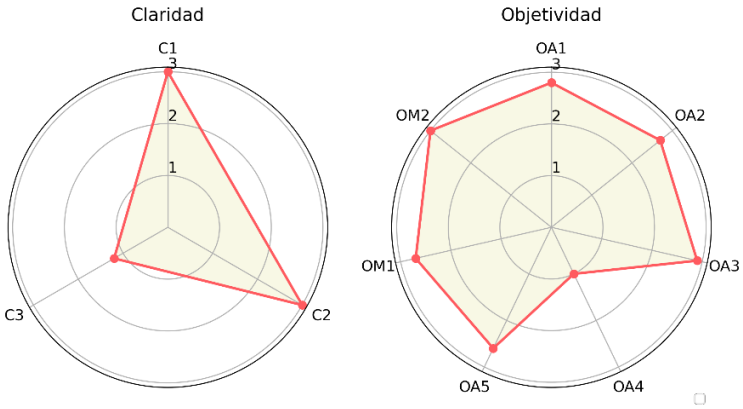


Figura 4 – Gráfica radial del promedio de los resultados de la aplicación

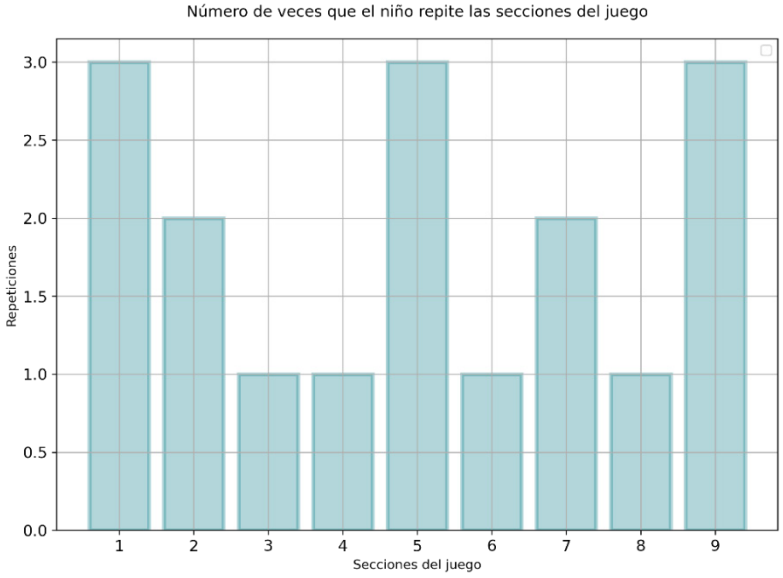


Figura 5 – Número de veces que se repitió cada sección del juego

De los resultados obtenidos se dedujo que del grupo aplicado un estudiante sabía leer y pudo hacerlo sin problema, mientras que el grupo restante presento un poco de dificultad en los apartados del menú siendo la única escena que incorpora texto, sin embargo, debido a que el juego incorpora una gran cantidad de pictogramas e instrucciones se logró completar todo el proceso. El desempeño a nivel touch fue regular debido a que algunos niños, niñas y adolescentes tienen discapacidad motriz y muy pocos adolescentes

presentaron dificultad para mantener la atención. Después de la validación se propuso al grupo aplicado repetir alguna sección del juego. Las secciones que más se repitieron fueron: sección 9 (autocuidado e higiene), sección 5 (rompecabezas del aparato reproductor masculino), sección 1 (cambio de toalla higiénica), sección 7(cambios físicos del hombre) y sección 2 (partes del cuerpo del hombre). En la Figura 5 podemos apreciar el número de veces que los niños repitieron las secciones del juego.

6. Conclusiones

El uso de herramientas educativas durante el proceso de enseñanza aprendizaje permiten acceder al conocimiento de una manera lúdica e interactiva, aumentando el compromiso y la motivación para lograr los objetivos planteados. Conoce Tu Cuerpo facilita el conocimiento de la educación sexual y autocuidado e higiene a niños con discapacidad intelectual, por medio de actividades inclusivas ajustadas a sus necesidades, las mismas que cuentan con el nivel de apoyo requerido, logrando así mejorar su calidad de vida.

El resultado de la aplicación de Conoce Tu Cuerpo fue un factor relevante para determinar que se debe trabajar en algunas secciones del juego dedicas al aprendizaje de educación sexual, debido al desconocimiento del tema y la falta de cultura sobre su abordaje en niños, niñas y adolescentes con discapacidad intelectual.

Referencias

Seen, Counted, Included: Using data to shed light on the well-being of children with disabilities. (2021, noviembre 9). UNICEF DATA. https://data.unicef.org/resources/children-with-disabilities-report-2021/

Leung, H., Shek, D. T. L., Leung, E., & Shek, E. Y. W. (2019). Development of contextually-relevant sexuality education: Lessons from a comprehensive review of adolescent sexuality education across cultures. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(4), 621. https://doi.org/10.3390/ijerph16040621

Avila-Pesantez, D., Delgadillo, R., & Rivera, L. A. (2019). Proposal of a Conceptual Model for Serious Games Design: A Case Study in Children With Learning Disabilities. IEEE Access, 7, 161017-161033. https://doi.org/10.1109/access.2019.2951380

Laine, T. H., & Lindberg, R. S. N. (2020, 1 octubre). Designing Engaging Games for Education: A Systematic Literature Review on Game Motivators and Design Principles. IEEE Transactions on Learning Technologies, 13(4), 804-821. https://doi.org/10.1109/tlt.2020.3018503

Cano, A. R., Garcia-Tejedor, A. J., Alonso-Fernandez, C., & Fernandez-Manjon, B. (2019). Game Analytics Evidence-Based Evaluation of a Learning Game for Intellectual Disabled Users. IEEE Access, 7, 123820-123829. https://doi.org/10.1109/access.2019.2938365

von Kotzebue, L., Zumbach, J., & Brandlmayr, A. (2022, 18 enero). Digital Escape Rooms as Game-Based Learning Environments: A Study in Sex Education. Multimodal Technologies and Interaction, 6(2), 8. https://doi.org/10.3390/mti6020008

Haruna, H., Hu, X., Chu, S., Mellecker, R., Gabriel, G., & Ndekao, P. (2018, 17 septiembre). Improving Sexual Health Education Programs for Adolescent Students through Game-Based Learning and Gamification. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(9), 2027. https://doi.org/10.3390/ijerph15092027

Ndulue, C., & Orji, R. (2021, 4 agosto). STD PONG 2.0: Field Evaluation of a Mobile Persuasive game for Discouraging Risky Sexual Behaviours among Africans Youths. 2021 IEEE 9th International Conference on Serious Games and Applications for Health(SeGAH). https://doi.org/10.1109/segah52098.2021.9551912

Manjur, S. B., Nur, N. N., Rahman, M. M., Basunia, R., & Khan, M. M. (2021, 10 mayo). Educational Web Application for Young People to Raise Awareness on Menstruation. 2021 IEEE World AI IoT Congress (AIIoT). https://doi.org/10.1109/aiiot52608.2021.9454177

Pasupuleti, D., Sasidharan, S., Sharma, R., & Manikutty, G. (2022). Exploring collaborative game play with robots to encourage good hand hygiene practises among children. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2206.08075

Kostkova, P., Farrell, D., Quincey, E., Weinberg, J., Lecky, D., & McNulty, C. (2019). eBug – teaching children hygiene principles using educational games. Medinfo 2010, 160. https://doi.org/10.3233/978-1-60750-588-4-600

Espinoza, Á. P. A. (2021, 25 junio). Repositorio Digital UNACH: Diseño de un serious game para concientizar a niños de educación básica sobre el bullying. Recuperado 8 de septiembre de 2022, de http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7790

Sierra-Martínez, L. M., Chanchí-Golondrino, G. E., & Gómez-Álvarez, M. C. (2022). Directrices para el diseño y la construcción de videojuegos serios educativos. Revista colombiana de educación, 1(84). https://doi.org/10.17227/rce.num84-12759

Ramírez, P. E., & Grandón, E. E. (2018). Predicción de la Deserción Académica en una Universidad Pública Chilena a través de la Clasificación basada en Árboles de Decisión con Parámetros Optimizados. Formación Universitaria, 11(3), 3–10. https://doi.org/10.4067/s0718-50062018000300003

Canete-Sifuentes, L., Monroy, R., & Medina-Perez, M. A. (2021). A review and experimental comparison of multivariate decision trees. IEEE access: practical innovations, open solutions, 9, 110451–110479. https://doi.org/10.1109/access.2021.3102239

Wang, T., Bi, T., Wang, H., & Liu, J. (2015, junio). Decision tree based online stability assessment scheme for power systems with renewable generations. CSEE Journal of Power and Energy Systems, 1(2), 53-61. https://doi.org/10.17775/cseejpes.2015.00019

Rosati, R., Romeo, L., Goday, C. A., Menga, T., & Frontoni, E. (2020). Machine Learning in Capital Markets: Decision Support System for Outcome Analysis. IEEE Access, 8, 109080-109091. https://doi.org/10.1109/access.2020.3001455

Boubrahimi, S. F., Aydin, B., Martens, P., & Angryk, R. (2017, diciembre). On the prediction of >100 MeV solar energetic particle events using GOES satellite data. 2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). https://doi.org/10.1109/bigdata.2017.8258212

Spaeh, F., & Kosub, S. (2022). Global evaluation for decision tree learning. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2208.04828

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

Recebido/Submission: 21/11/2022
Aceitação/Acceptance: 01/02/2023

Integração do Google Maps ao Jogo-Simulador Kimera: Cidades Imaginárias – Criação do K-Maps Aplicado a Educação Cartográfica

Fernando Kiffer de Souza Toledo[1], Marcos Vinícius de Souza Toledo[2], Karina Dutra de Carvalho Lemos[3]

fernando.toledo@si.ifbaiano.edu.br; marcos.toledo@ifmg.edu.br; karina.dutra@ifmg.edu.br

[1] Instituto Federal Baiano, Santa Inês, 45.320-000, Bahia, Brasil

[2] Instituto Federal de Minas Gerais, Ponte Nova, 35.430-034, Minas Gerais, Brasil

[3] Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, 39.705-000, Minas Gerais, Brasil

Pages: 355-368

Resumo: Este artigo objetivou analisar o aspecto educacional do K-Maps – para o jogo-simulador "Kimera: Cidades Imaginárias", com base nos conceitos de jogos digitais, cartografia e espaços percebidos, na disciplina de Geografia, e com isso pretendeu-se potencializar os conceitos que envolviam à Educação Cartográfica, de forma a explorar, por meio de mapas, não somente a localização, mas também o espaço onde se reproduzem imagens relacionadas a lugares, tais como: percursos e/ou localizações utilizando o nome da rua, bairro, cidade e estado. A metodologia abordada foi colaborativa e aplicada, associada aos métodos PDCA e o PDSII, para composição da extensão. Como resultados do estudo, percebeu-se uma dinâmica de construção coletiva, com a participação de pesquisadores do GEOTEC, professores e alunos do Ensino Fundamental, na composição dos processos na construção e integração do K-Maps e de suas possibilidades atreladas ao jogo-simulador "Kimera: Cidades Imaginárias" na Rede Pública de Ensino.

Palavras-chave: Jogo-Simulador; Cartografia; Kimera; K-Maps.

Integration of Google Maps to the Kimera Simulator Game: Imaginary Cities – Creation of K-Maps Applied to Cartographic Education

Abstract: This paper aimed to analyze the educational aspect of K-Maps – for the simulator game "Kimera: Imaginary Cities", based on the concepts of digital games, cartography and perceived spaces, in the Geography discipline, and with that it was intended to enhance the concepts that involved Cartographic Education, in order to explore, through maps, not only the location, but also the space where images related to places are reproduced, such as: routes and/or locations using the name of the street, neighborhood, city and state. The methodology addressed was collaborative and applied, associated with the PDCA and PDSII methods, for the composition of the extension. As a result of the study, a dynamic of collective

construction was noticed, with the participation of researchers from GEOTEC, teachers and students of Elementary School, in the composition of the processes in the construction and integration of K-Maps and its possibilities linked to the game-simulator "Kimera: Imaginary Cities" in the Public Education Network.

Keywords: Game-Simulator; Cartography; Kimera; K-Maps.

1. Introdução

Vive-se em uma sociedade onde o avanço contínuo das tecnologias, e mais precisamente das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação), dá oportunidade e acesso à informação e também aos processos formativos e educacionais, por exemplo, quando se senta à frente de uma televisão, assiste-se a um telejornal, em que se pode ver e receber notícias e/ou informações, sendo que as mesmas sofrem mudanças contínuas e evoluções que estimulam aos poucos a sociedade a se interessar e obter aproveitamento nas mais diversas áreas do conhecimento, seja na saúde, seja na educação ou entre outras áreas do conhecimento. Isso vem sendo cada vez mais parte integrante do cotidiano das pessoas, principalmente das crianças e adolescentes, que vivem com todos esses recursos tecnológicos ao seu redor, em especial, hoje em dia, por meio do computador, *tablet*, celular, *internet*, jogos digitais, dentre outras TICs existentes, reinventando, renovando ou até criando novas práticas de aprendizados e modos de trocas de conteúdos e de informações. Nesse sentido, paralelamente às TICs, em que a capacidade de processamento e armazenamento das informações vem crescendo de forma considerável, as geotecnologias vêm ganhando papel de destaque e se tornando úteis para diversas finalidades, principalmente para os processos formativos e educativos.

Nesse contexto, percebe-se a necessidade de preencher esta lacuna de pesquisa por meio de ações que potencializem a imersão dos alunos nos conceitos de espaço e lugar, de forma natural, como por exemplo, utilizando as mediações do jogo-simulador "Kimera: Cidades Imaginárias", uma vez que, as crianças crescem em um mundo midiático e convivem, naturalmente, com essas tecnologias digitais e simuladores. O Kimera proporciona juntamente com o *K-Maps* a simulação dos espaços vividos, como bairros e cidades, entre outros.

Como mencionado anteriormente, o desenvolvimento do *K-Maps* vem acrescentar ao jogo-simulador: "Kimera – Cidades Imaginárias" a possibilidade da Educação Cartográfica explorar o entendimento que os alunos, no Ensino Fundamental, têm sobre o espaço e ainda simula a construção de uma cidade, valorizando os aspectos que o estudante considera significativos para sua vida e para a harmonia dos espaços e lugares vividos e percebidos (Geotec, 2012).

O GEOTEC (Grupo de Geotecnologias) tem como objetivo difundir o desenvolvimento de ciência e tecnologia nas escolas por meio da formação de jovens pesquisadores, no que se refere às discussões, reflexões, usos, potencialidades e redimensionamento das TICs como meios de comunicação entre escolas e comunidade.

O *K-Maps* é uma extensão desenvolvida usando a linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*), que é uma linguagem de programação utilizada por desenvolvedores para construir extensões de integração de aplicações, que foi a melhor solução para

integrar-se ao *Flash*, que é um *software* que serve para criação de animações interativas com o Kimera, trazendo para o jogo-simulador "Kimera – Cidades Imaginárias" todo o conteúdo de mapas existentes no *Google Maps*. Isso potencializa a exploração dos conceitos básicos de espaço, lugar e coordenadas geográficas, ou seja, abre, assim, um arcabouço de possibilidades para se trabalhar a Educação Cartográfica no Ensino Fundamental.

O presente estudo teve o objetivo analisar o aspecto educacional do K-Maps – para o jogo-simulador "Kimera: Cidades Imaginárias", com base nos conceitos de jogos digitais, cartografia e espaços percebidos, na disciplina de Geografia, e com isso pretendeu-se potencializar os conceitos que envolviam à Educação Cartográfica.

Este artigo organizou-se em cinco seções. A primeira apresenta uma introdução e o objetivo da pesquisa. A segunda contempla a fundamentação teórica e mostra os principais conceitos e abordagens sobre o tema. A terceira seção descreve a metodologia aplicada na realização da pesquisa. A quarta contém os resultados e as discussões da pesquisa. E por fim, a quinta e última seção destaca as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção abordou as informações que fundamentaram a pesquisa, na qual compreende autores que orientam a importância das geotecnologias no uso de mapas para a educação cartográfica, jogos digitais no processo de ensino-aprendizagem dos sujeitos, o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check* e *Act*) e o processo PDSII (Processo de Desenvolvimento Interativo e Incremental) no desenvolvimento do *K-Maps*, que foi uma extensão de proposição educacional, que auxiliou o processo de aprendizado dos alunos em relação ao uso da cartografia, por exemplo, nas aulas de Geografia para o Ensino Fundamental.

2.1. A Importância das Geotecnologias na Educação Cartográfica

O uso de uma geotecnologia por meio do jogo-simulador "Kimera – Cidades Imaginárias" possibilitou aos alunos, do Ensino Fundamental, experimentar uma oportunidade de aprendizagem significativa sobre o espaço da cidade, neste caso Salvador/BA. Para explorar as potencialidades do Kimera é preciso que o professor proceda com mediações pedagógicas, para que quando o aluno jogar, apoiado pelas funções digitais e cartográficas do jogo-simulador, compreenda-o como um jogo educativo, objetivando não o aprender por jogar, mas jogar para aprender.

O jogo-simulador Kimera foi uma proposição geotecnológica que surgiu da perspectiva de possibilitar às crianças pensarem e representarem cidades vivenciadas por elas, "explorando a dinâmica do cotidiano que permeia o entendimento de espaço" (Rezende, 2015).

Normalmente, um professor do Ensino Fundamental está preocupado e empenhado na alfabetização do aluno, na escrita e na leitura, base fundamental para a vida em sociedade. Mas, é necessário que o ensino da Geografia, neste caso, a Cartografia, seja explorado nas práticas em sala de aula com o objetivo de alfabetizar. Assim, ao proceder com leituras sobre a temática, entende-se que alfabetizar significa ensinar a ler e a

escrever. O professor que assume o compromisso de ensinar para crianças, nesta fase de escolaridade, poderia buscar caminhos no intuito de lhes oportunizar a prática de experiências para além da técnica, abrangendo uma dimensão na qual o aluno aprenda a ler o espaço vivido, utilizando-se, segundo Castellar (2011), "da Cartografia como linguagem, o que efetivaria o letramento geográfico".

Foi fundamental, que o docente criasse e planejasse situações nas quais os alunos pudessem conhecer e utilizar a observação, a descrição, a experimentação, a analogia e a síntese que foram ensinadas, para que os alunos pudessem aprender, explicar, compreender e representar os processos de construção do espaço, paisagens, territórios e lugares em uma perspectiva de ensino-aprendizagem.

2.2. Jogos Digitais na Perspectiva do Ensino-Aprendizagem dos Sujeitos

Muitas crianças são movidas pela diversão, atratividade contida nos jogos digitais, fazendo com que permaneçam, por longos períodos, totalmente empenhadas nos desafios e fantasias desses artefatos de mídia. A impressão causada é de que são imunes às distrações e que nada é capaz de desconcentrá-las. Os jogos digitais, contudo, costumam absorver muitas horas dos jogadores e consomem um tempo que poderia ser aproveitado em outras atividades, como o estudo, por exemplo. A consequência disso, geram reclamações entre pais e professores, que, por fim, gostariam que seus filhos e alunos aplicassem nos estudos o mesmo nível de atenção e comprometimento dedicado aos jogos (Kirriemuir & Mcfarlane, 2014). Em meio a esse arcabouço de situações, conseguir desviar os olhares, a atenção que os estudantes concebem aos jogos para atividades educacionais não é tarefa simples. Isso tem motivado o desenvolvimento de pesquisas como do autor de Santos (2016), que com os Jogos Educativos, os alunos possam aprender de forma divertida, entender às preocupações dos professores com o desenvolvimento cognitivo do estudante, mas também, quais as vantagens de se utilizar esse método e exemplos de algumas aplicações de forma bastante forte, mas no sentido de que, mesmo aquele jogo que foi criado sem a intenção de ensinar (jogo de entretenimento), também pode promover uma aprendizagem ao interagir com ele, ou seja, em que tentam encontrar formas de unir ensino à diversão, com o desenvolvimento de jogos educacionais aumentando de maneira considerável no âmbito do ensino.

Logo, como visto anteriormente, a socialização dos sujeitos envolvidos pode ser potencializada nos jogos educacionais, pois quando desenvolvidos, têm de se atentar aos benefícios, que podem trazer ao processo de ensino-aprendizagem significativo, de forma que seu efeito seja sempre um motivador educacional.

Embora, seja difícil encontrar em um único jogo todas as potencialidades educacionais, procurou-se demonstrar como este tipo de mídia pode trazer uma série de benefícios reais para o processo de ensino-aprendizagem, quando utilizada como recursos didáticos-pedagógicos, mas para isto necessitou-se utilizar dois métodos na construção da extensão *K-Maps*, o PDCA e o PDSII.

2.3. O Ciclo PDCA

O PDCA é uma sequência de ações que pode ser utilizada para controlar processos. A sigla será explicada, posteriormente, nesta seção. É um método amplamente aplicado

para o controle de projetos, de forma confiável e eficaz, tem foco na qualidade e pode ser usado em diversas áreas do conhecimento (Albuquerque, 2015). A Figura 1 representa o ciclo do PDCA.



Figura 1 – Ciclo PDCA

Também conhecido como "Ciclo de Deming", o PDCA é uma ferramenta de gestão da qualidade (ou ferramenta gerencial) e permite o controle do processo que será executado. Foi criado na década de 20 por Walter A. Shewart, mas foi William Edward Deming, o "guru do gerenciamento da qualidade", quem disseminou seu uso no mundo todo (por isso, a partir da década de 50, o ciclo PDCA passou a ser conhecido como "Ciclo Deming").

O PDCA é um método amplamente aplicado para o controle eficaz e confiável das atividades de uma organização, no desenvolvimento de um *software*, principalmente aqueles relacionados às melhorias nas peculiaridades do sistema, possibilitando a padronização nas informações do controle em qualidade e a menor probabilidade de erros nas análises ao tornar as informações mais entendíveis.

"PDCA" é a sigla das palavras em inglês que designam cada etapa do ciclo:

- **Plan (Planejar)** – Primeira etapa do ciclo e onde serão firmados os caminhos, os objetivos e as metas a serem seguidos. Logo após será feito um plano de ação

baseado em cima dos métodos definidos e satisfatórios para chegar aos objetivos propostos.

- **Do (Executar)** – É onde se coloca o planejamento em prática. Executa-se o plano de ação previamente proposto na fase de planejamento.
- **Check (Verificar)** – Esta é a terceira fase do ciclo, fase de checagem, nela se avalia o que foi feito na fase de execução do plano proposto e fazendo uma comparação, para que se identifique as diferenças entre o que foi planejado e o que foi executado com um único objetivo, averiguar se os planejamentos foram atingidos.
- **Action (Agir)** – Chamada de fase de correção. Aqui fazem-se as correções necessárias, visando corrigir falhas encontradas dentro de todo o processo de criação do *software*. Agindo, verificando e desenvolvendo novos planos de ação, no sentido de evitar novas e eventuais falhas com o único intuito de uma melhoria do projeto proposto.

2.4. O Processo PDSII

O PDSII é uma ação de desenvolvimento de *software* criada em resposta às fraquezas do modelo em cascata, que é o mais tradicional na Engenharia de *Software*. Os dois padrões mais conhecidos de sistemas iterativos de desenvolvimento são: o RUP (Processo Unificado Rational) e o Desenvolvimento Ágil de *Software*. Por isso, o desenvolvimento iterativo e incremental são uma parte essencial da programação em diversos desenvolvimento de aplicativos.

Desenvolvimento iterativo é uma estratégia de planejamento de retrabalho, em que o tempo de revisão e as melhorias de partes do sistema são predefinidos. Isso não pressupõe desenvolvimento incremental, mas funciona muito bem com ele. Uma diferença típica é que a saída de um incremento não é necessariamente assunto de um refinamento futuro, e seu teste, ou retorno ao usuário, não é utilizado como entrada para planos de revisão ou especificações para incrementos sucessivos. Ao contrário, a saída de uma iteração é examinada para modificação e, especialmente, para revisão dos propósitos das iterações sucessivas.

Para a operacionalização do desenvolvimento da aplicação em si, será utilizado o PDSII. Esse processo consiste em fragmentar a construção de todo o processo em partes menores, cada fragmento é construído obedecendo a um rito cíclico, facilitando o dimensionamento de recursos e gerando um ambiente que proporciona acompanhar, de modo melhor, o desenvolvimento da aplicação.

Segundo Pressman (2006) outras vantagens de se usar o desenvolvimento iterativo e incremental (PDSII) no desenvolvimento de sistemas são: possibilidades de avaliação prematura dos riscos e pontos críticos contidos dentro do projeto.

Para cada versão da aplicação gerada pelo PDSII, é necessário que, seja observado um conjunto definido de etapas (disciplinas), como: requisitos, análise, projeto, implementação e testes. Para cada ciclo do PDSII, temos um subconjunto dos requisitos do sistema inteiro, como mostra a Figura 2 a seguir:

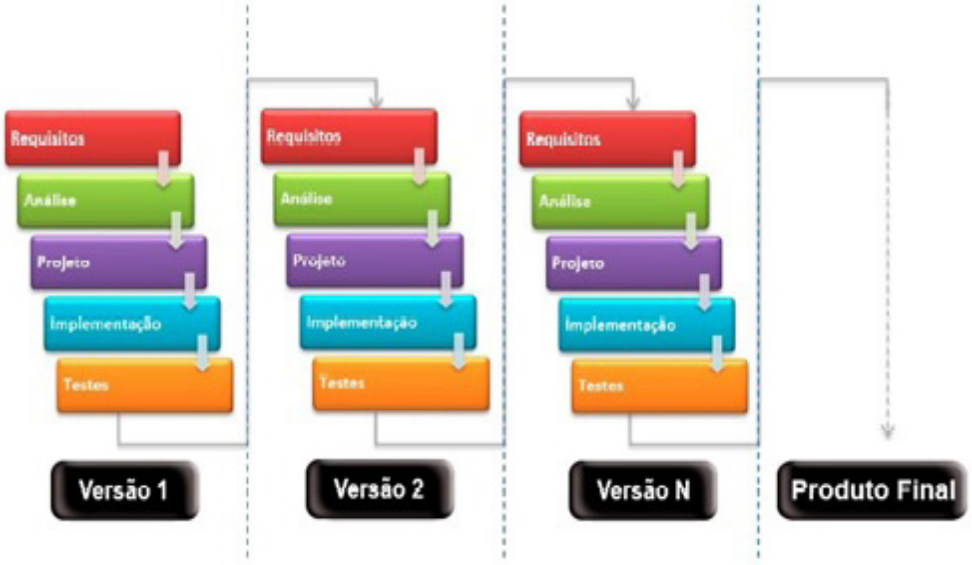


Figura 2 – Ciclo de Desenvolvimento no PDCII

2.5. Trabalhos Correlatos e Contribuição deste Estudo

Neste tópico da fundamentação teórica tornou-se relevante a divulgação dos diversos trabalhos científicos desenvolvidos na área da cartografia, geotecnologias e tecnologias na educação que se relacionaram com este estudo. Para isso, foram realizadas pesquisas bibliográficas com objetivo de localizar referências a trabalhos semelhantes a este.

Sobre a geotecnologia aplicada à educação cartográfica e suas implicações no processo de formação continuada de professores das series iniciais, do Ensino Fundamental, Nascimento & Hetkowski (2014) salientam que os jogos digitais e o geoprocessamento podem ser explorados como metodologias de ensino e como práticas pedagógicas inovadoras a fim de redimensionar os conceitos de espaço e lugar. Por sua vez, a educação cartográfica passa a ter sua importância, a partir dessas possibilidades e potencialidades no ensino da cartografia.

Logo, é objetivo da Educação Cartográfica a interlocução sujeito-espaço no campo da educação formal (REZENDE, 2015). Ela possibilita, à qual, além do que foi contextualizado nesta escrita, traçar linhas, mapear territórios, acompanhar movimentos de desterritorialização e promover rotas de escape, alinhando as geotecnologias e as tecnologias propostas para o processo de aprendizagem do educando.

O estudo desenvolvido por este artigo comprovou que a utilização de tecnologias na Educação Cartográfica possibilitou novas formas de construção do conhecimento, pois o sistema contemplou as representações sociais do espaço dos alunos, conteúdos significativos, problemáticas socioespaciais do cotidiano, conceitos-chave e métodos, instrumentos e estratégias coerentes, revelaram como favorecedores a um modelo de

ensino que integrou a interdisciplinaridade, a inovação e a ação educativa no processo de aquisição e de enriquecimento progressivo dos conhecimentos geográficos escolares.

3. Metodologia

O percurso metodológico utilizado neste estudo foi baseado em uma Metodologia Colaborativa e Aplicada. Segundo o grupo Geotec (2012), é definida como colaborativa por fomentar pesquisas de forma propositalmente coletiva, em que um grupo de indivíduos possui a intencionalidade de interferir e sofrer interferência no coletivo, e aplicada, por gerar conhecimentos através de intervenções e práticas dirigidas à solução de problemas educativos e sociais e/ou atingir novos objetivos junto a um coletivo.

Ainda dentro da metodologia, utilizaram-se dois métodos fundamentais para execução e manutenção da qualidade no desenvolvimento desta pesquisa: o ciclo PDCA, o qual pode ser definido como um método de gerenciamento de processos e sistemas que vem sendo utilizado há décadas em diversas empresas internacionais, mais precisamente desde a década de 50, com o propósito de aprimorar, melhorar continuamente os processos e produtos de *software*. Já o Processo de Desenvolvimento de *Software* Iterativo Incremental (PDSII) é um modelo prescritivo, de processo da Engenharia de *Software*, que define uma forma de produzir sistemas, consistindo em dividir a elaboração do *software* em partes menores, que são desenvolvidas por ciclos que se repetem, até que as partes sejam concluídas e integradas ao produto final, ou seja, tudo em prol da qualidade do produto que está sendo desenvolvido.

3.1. Natureza da Pesquisa

A metodologia aplicada no desenvolvimento do projeto teve caráter descritivo, que possui como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento das relações entre variáveis. Nesse tipo de pesquisa não pode haver interferência do pesquisador, que deve apenas descobrir a frequência com que o fenômeno acontece ou como se estrutura e funciona um sistema, método, processo ou realidade operacional (Gil, 2018). A pesquisa conteve uma forma colaborativa e possuiu um caráter qualitativo, pois seu relatório contém a definição de um *software* para auxiliar profissionais da educação com o objeto de estudos citados nas seções anteriores.

Os pesquisadores que utilizam de método qualitativo, buscam respostas para os porquês, e assim, o objetivo desse caráter de pesquisa é produzir novas informações aprofundadas e ilustrativas (Gerhardt & Silveira, 2019).

Além de toda a equipe do Projeto Kimera, outros que tiveram a participação importantíssima para a construção do *K-Maps*, foram os alunos da Escola Álvaro da Franca Rocha, localizada no bairro do Cabula, na cidade de Salvador, no estado da Bahia, essa escola abriu às portas desde o início do jogo-simulador "Kimera – Cidades Imaginárias" e acreditou não somente nesse projeto "*K-Maps*", mas também, em outros projetos referentes ao Kimera.

As oficinas eram realizadas pela equipe pedagógica do projeto Kimera com os estudantes, auxiliada pela equipe de programação desse projeto. Realizadas as oficinas,

as mesmas ocasionaram o registro de várias situações, que levaram a novos requisitos, erros de codificação e melhorias da extensão, potencializando assim, o aperfeiçoamento, permitindo o aprimoramento e a continuidade da pesquisa, de forma intermitente, gerando novos pressupostos de estudo, que por sua vez retornaria ao ambiente de sala de aula, onde novas oficinais foram realizadas, para que novas avaliações sobre essa extensão se fizessem, para que houvesse um aperfeiçoamento da ferramenta, o que acarretaria a valorização dos aspectos que os alunos declarassem significativos para suas tarefas escolares e considerando a importância desses sujeitos no processo de desenvolvimento e melhorias da extensão.

3.2. População e Amostra

Este estudo adotou como unidade de análise um profissional da área de desenvolvimento de *software*, professores de escolas estaduais e os alunos do Ensino Fundamental que participaram da pesquisa e receberam a capacitação no uso do *software* "*K-Maps*" e averiguaram a qualidade, adequação e aplicação dessa ferramenta e, ainda, quais as mudanças ocasionadas pela sua utilização em sala de aula.

Foram vinte e cinco alunos respondentes do questionário e também participando dos testes da extensão. Todos os alunos foram do Ensino Fundamental, em que os mesmos, à medida que foram realizados os testes do *K-Maps*, analisavam às questões de usabilidade e requisitos educacionais.

Os perfis desse alunos são de dois tipos: uns que estão acostumados com o uso das tecnologias e acham válidas para o processo de aprendizagem em aula e outros estudantes que preferem o ensino tradicional, com os professores projetando os mapas em *slides*, ministrando aulas mais expositivas e teóricas, sem aplicações práticas dos conceitos de cartografias.

3.3. Instrumentos Utilizados

As pesquisas foram direcionadas para verificação do desenvolvimento do *software*, por meio de uma revisão de literatura que constituiu a fundamentação teórica do trabalho desenvolvido, tendo por base livros e artigos científicos que justificaram e descreveram as inúmeras potencialidades e habilidades disponibilizadas pela aplicação e uso do sistema informático. Nesses textos foram analisados e estudados, técnicas para elaboração de *software* educacional, estudos sobre geotecnologias na educação cartográfica e jogos digitais nas perspectivas do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula.

Os pesquisadores utilizaram como base, o projeto de pesquisa do GEOTEC aplicado às escolas estaduais de Ensino Fundamental. Os dados coletados para o desenvolvimento do *software* "*K-Maps*" foram por meio da análise e levantamento de requisitos feitos com os alunos do Ensino Fundamental.

O presente trabalho utilizou-se da aplicação de questionários com os alunos do Ensino Fundamental, de forma livre, mas com uma explicação de como funcionava a extensão e suas funcionalidades. Porém, com o intuito de avaliar suas satisfações ou insatisfações em relação ao *K-Maps*, buscando investigar as mudanças ocasionadas com a aplicação em sala de aula.

Para a estruturação dos questionários, foram usados critérios de avaliação de *software* educativo, conforme as quatro categorias propostas por Oliveira, Costa & Moreira (2001): (1) Interação aluno-*software* educacional-professor, relacionado à facilidade de uso, adequação das atividades pedagógicas, adequação dos recursos de mídia, interatividade social e o favorecimento do papel de facilitador do professor; (2) Fundamentação pedagógica, aborda a estrutura pedagógica, adequação à situação de aprendizagem, variedade de abordagens e conhecimentos prévios dos alunos; (3) Conteúdo, mostra os níveis de exigência com a área selecionada, relação, correção e atualidade do conteúdo e metodologia e (4) Programação, exibe a credibilidade conceitual, legibilidade, manutenibilidade e documentação.

3.4. Métodos e Procedimentos

Os métodos utilizados na concepção e construção do sistema consistem na análise dos requisitos, modelagem dos dados, desenvolvimento do *software "K-Maps"* e realização de testes.

Na análise de requisitos, foram realizadas reuniões e entrevistas com vinte e cinco alunos do Ensino Fundamental para entender quais as necessidades a serem atendidas e implementadas no *software "K-Maps"*.

Após, o entendimento de como procedesse com a aplicação da extensão em sala de aula, foi feito a modelagem dos dados, na qual desenvolveu diagramas utilizando as notações UML (Linguagem de Modelagem Unificada) para um melhor entendimento dos requisitos identificados e posteriormente, usados para a documentação do sistema. Terminada a fase de modelagem, criou-se um repositório com o GIT (Sistema de Controle de Versões Distribuídas) para trabalhar com o versionamento de código e depois, a definição da interface do *software K-Maps*.

Para a idealização e criação da interface, utilizou a linguagem PHP e o *Flash*, trazendo para dentro do jogo-simulador "Kimera – Cidades Imaginárias" todo o conteúdo de mapas existentes no *Google Maps*. Isso potencializou a exploração dos conceitos básicos de espaço, lugar e coordenadas geográficas, ou seja, expandiu, assim, um arcabouço de possibilidades para se trabalhar à Educação Cartográfica no Ensino Fundamental.

Os processos de PDCA e PDSII foram aplicados na implementação do *software* no planejamento, na implementação, monitoramento, análise crítica, manutenção e melhoria contínua desse ferramental. Também foram utilizados esses processos no levantamento e análise de requisitos, *design* do projeto, para suporte e atualização do sistema.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética da Universidade Estadual da Bahia, antes da coleta de dados com os alunos.

3.5. Tratamento dos Dados

Após, a aplicação dos procedimentos foi realizado o tratamento dos dados coletados na pesquisa por meio de testes de usabilidade, gerando um relatório para análise qualitativa, em que os dados foram resumidos, organizados e descritos. Depois de definidos os aspectos mais importantes de um grupo de características, os dados foram

relacionados entre conjuntos semelhantes. Nesses testes tiveram a participação todas as partes envolvidas que responderam aos questionários, que no caso foram os estudantes foco desta pesquisa.

As respostas dos questionários aplicados aos alunos foram analisadas de forma qualitativa, pois tratou de verificar a aceitação dos alunos em relação ao funcionamento e desempenho do *software K-Maps*, além de ser feito a documentação dos sistemas. Após os testes de utilização/ambientação com a amostragem da pesquisa, os mesmos solicitaram a disponibilização final do *software* desenvolvido de forma *on-line* para acesso a qualquer momento, em sua versão final no site da UNEB/GESTEC, que é o Programa de Mestrado em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação na Universidade Estadual da Bahia.

3.6. Prototipação

A prototipação teve como intuito facilitar a interação do desenvolvedor, o *software* e os possíveis usuários, a proporcionar um melhor entendimento da extensão desenvolvida. A Figura 3 apresenta a tela inicial que contém todas as funcionalidades do jogo e o *K-Maps* também na tela inicial, o qual é a extensão desenvolvida integrada ao jogo Kimera. Daí, é só clicar no *K-Maps* e iniciar o jogo de forma a escolher o mapa de sua escolha, desde que esteja na base de dados do *Google*.



Figura 3 – Tela Inicial do K-Maps



Figura 4 – Tela de acesso às Informações georreferenciadas por meio de consulta ou texto livre

Ao selecionar a extensão, adentra-se ao jogo, onde são mostrados os próximos passos a seguir, que é a escolha do mapa, local onde o usuário deseja jogar. Para dar seguimento ao jogo, basta escolher o mapa por suas coordenadas geográficas ou por texto livre, como, por exemplo: Belo Horizonte/Minas Gerais/Savassi nessa sequência de localidades. Assim, o usuário utilizará o mapa apenas de um bairro específico de uma cidade que ele escolheu. Para isso, é preciso selecionar o botão "Endereço" e digitar como no exemplo citado acima. Vide, conforme a Figura 4.

4. Resultados e Discussão

Na apresentação dos resultados dos questionários, foram realizadas análises e discussão dos dados obtidos de maneira descritivas, porque se pretendia analisar a experiência dos alunos em relação ao uso do *K-Maps* no Jogo-Simulador Kimera.

4.1. Análise qualitativa do uso do software educacional

O emprego do *K-Maps* no auxílio dos alunos nas escolas aconteceu de forma teórico-prática. Durante à realização da capacitação do *software*, foram disponibilizadas e apresentadas informações de apoio ao uso e testes com o pesquisador aos alunos, na exploração do *K-Maps* como uma ferramenta de proposição educacional. Tendo em vista que o instrumento utilizado para a coleta de dados foi composto de questionários, eles foram aplicados para saber as opiniões e sugestões apresentadas pelos usuários do jogo-simulador. Que nesse caso, eram os alunos do Ensino Fundamental.

4.2. Resultados e discussão dos dados

Na realização dos testes para analisar as funcionalidades do *software*, foram selecionados vinte e cinco alunos do Ensino Fundamental, em que os mesmos de uma forma prática começaram a usar o Jogo-Simulador Kimera, por meio *do K-Maps* de forma livre, usando sua imaginação, trabalhando o seu hibridismo. E assim os testes foram acontecendo. Por meio desses dados obtidos, averiguou-se após o uso do *software* "K-Maps" pelos alunos já conhecedores do tema, que as suas funcionalidades e informações fornecidas estão de acordo com a proposta do jogo-simulador como uma ferramenta educacional.

Depois de realizados vários testes com os alunos do Ensino Fundamental, observou-se como discussão dos dados coletados, que todos os alunos participantes da pesquisa afirmaram que o Kimera juntamente com o *K-Maps* integrado, atendeu como um *software* educacional e proporcionou um maior aprendizado, facilitou a interação com os professores, tornou o aprendizado mais dinâmico e interessante, no qual permitiu ampliação do conhecimento além do conteúdo ministrado em sala de aula e garantiu um ambiente de aprendizado mais rico e mais divertido.

5. Conclusões

O *K-Maps* está em funcionamento e o objetivo da pesquisa que foi analisar o aspecto educacional dessa extensão para o jogo-simulador Kimera, com base nos conceitos de jogos digitais, cartografia e espaços percebidos, na disciplina de Geografia foi alcançado,

por meio da realização dos testes e aplicações dos questionários, proporcionaram um enriquecimento para o estudo, uma vez que, analisou a vertente educacional.

A extensão teve boa aceitação por parte da maioria dos alunos envolvidos durante o trabalho, mas se observaram diferentes opiniões entre os estudantes da disciplina de Geografia. O *K-Maps* por meio de seu modo livre e uso do hibridismo teve uma maior aceitação e preferência por maior parte dos educandos, pois aprofundaram o estudo da cartografia. Já, para outros alunos que estão mais acostumados com a educação tradicional, com o uso de *slides* para melhor visualização dos mapas na disciplina de Geografia, não se adaptaram com essa ferramenta.

Portanto, finalizando este estudo, uma contribuição plausível para trabalhos futuros aos alunos do Ensino Fundamental, é a oferta de opções para conhecerem um pouco mais de sua realidade, onde vivem e/ou até mesmo a busca pelo espaço vivido e percebido por eles ou não por meio do jogo-simulador "Kimera – Cidades Imaginárias", associadas à imaginação humana e às suas realidades vivenciadas, trazidas para dentro do jogo-simulador, a fim de resolver suas dúvidas cartográficas do mundo real.

Referências

Albuquerque, A. C. R. Q. (2015). *Avaliação da aplicação do ciclo PDCA na tomada de decisão em processos industriais*. (Mestrado em Engenharia de Processos), Departamento de Engenharias, Universidade Federal do Pará, Belém.

Castellar, S. M. V. (2011). *Educação geográfica, teorias e práticas docentes*. São Paulo, São Paulo: Editora Contexto.

Geotec (2012). *Projeto Kimera*. Disponível em: http://www.uneb.br/geotec/projeto-kimera/.

Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (2019). *Métodos de pesquisa*. Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Editora UFRGS.

Gil, A. C. (2018). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6ª Ed.). São Paulo, São Paulo: Editora Atlas.

Kirriemuir, J., & Mcfarlane, A. (2014). *Literature Review in Games and Learning*. (Mestrado na Escola de Educação), Departamento de Educação, Universidade de Bristol, Inglaterra.

Nascimento, F. S., & Hetkowski, T. M. (2014). *Cultura Digital e Espaço Escolar* – Diálogos sobre Jogos Digitais. Bahia, Salvador: Editora UNEB.

Oliveira, C. C. de, Costa, J. W. da, & Moreira, M. (2001). *Ambientes informatizados de aprendizagem*: *produção e avaliação de software educativo*. São Paulo, Campinas: Editora Papirus.

Pressman, R. S. (2006). *Engenharia de Software*. Nova Iorque, Nova Iorque: Editora McGraw-Hill.

Rezende, A. L. A. *et al.* (2015). *Kimera – Cidades Imaginárias: um ensaio sobre as proposições teórico-metodológicas no desenvolvimento do jogo-simulador*. (Mestrado em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação), Departamento de Educação, Universidade Estadual da Bahia, Salvador.

Santos, M. (2016). *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. (4ª Ed.). São Paulo, São Paulo: Editora Edusp.

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

Recebido/Submission: 02/11/2022
Aceitação/Acceptance: 04/02/2023

From task implementation to task reorganization through technology: A case study with an in-service mathematics teacher

Juan Fernando Molina-Toro[1][0000-0002-1783-6715], Jhony Alexander Villa-Ochoa[1][0000-0003-2950-1362] and Alexander Castrillón-Yepes[1][0000-0002-4055-9613]

{juan.molinat; jhony.villa; alexander.castrillony}@udea.edu.co

[1] Universidad de Antioquia, 005010 Medellín, Colombia

Pages: 369-378

Abstract: Studies on technology represent a fertile field of research in mathematics education. Discussions cover both competencies and dispositions to integrate technology and involve human and contextual factors. In this work, we present the results of a study of an in-service mathematics teacher that investigated the different uses of technologies that he could recognize in his students, and how this allowed him to reorganize a modeling task. Through an intrinsic case study, we analyze documents and interviews with this teacher. The results show that the teacher paid special attention to the students' actions and paths to solve a mathematical modeling task, which allowed him to incorporate new actions and uses of digital technologies for task reorganization. This study provides evidence of the role of the analysis of one's own experience and the recognition of the functionalities of technology in modeling task reorganization.

Keywords: Technology, mathematical modeling, modeling task, reorganization.

1. Introduction

Mathematical modeling, models and applications have come to constitute a major research domain in mathematics education [1]. In recent research, it is possible to identify a growing interest in the development of interdisciplinary relationships and STEM education [2,3], and teacher education [4]. In some of this research, technology takes diverse roles in researching and designing tasks and other educational resources [5,6]. For example, Molina-Toro et al. [7] differentiated two roles of technology in mathematical modeling. First, it can serve as a reorganizer of modeling processes, including the development of new phases of modeling cycles and contributions to mathematical understanding and the development of modeling sub-competencies. Second, technology can serve as a reorganizer of the understanding of modeling itself, which is in correspondence with the opportunities that new technologies offer in the consolidation of environments for learning mathematics.

Based on the above, Villa-Ochoa and Suárez-Téllez [8] identified that the bulk of research on modeling incorporates an understanding of it as a process/cycle, and predominantly

uses calculators, Dynamic Geometry Software (DGS), and Computer Algebra Systems (CAS). These authors highlighted the need for more research that recognizes alternative understandings of modeling in correspondence with other internet-based technologies, including mobile technologies, platforms, and videoconferencing systems, among others. Considering these works, we understand that different technologies and understandings of modeling could be combined with human actors (students and teachers) and their contexts (social and institutional) to generate different uses of technologies. Therefore, we developed a study in which we offer an answer to the question: What are the uses of technologies that a teacher recognizes in a mathematical modeling task and how does the use of technology allow him to reorganize it?

2. Theoretical Background

Studies in modeling provide evidence to argue that technology transforms visions and ways of acting in school mathematics [5,7,9]. For example, some studies have shown how mathematics class participants can use sensors [10] or program electronic devices [11] to produce mathematical knowledge in alternative ways to those traditionally imposed in school. Different studies recognize that the use of technologies in modeling depends on the teacher's thinking about mathematics, technologies, and their integration into teaching [5,12]. Thus, humans are not the only actors in the production of mathematical knowledge. In the Humans-with-Media perspective [13], technologies are also key actors in the process. In this framework, Soares and Borba [14] described how participants can interact with Modellus software to study mathematical models that relate to malaria transmission. In this work, the role of this technology was transcendental since it allowed students to analyze graphs and the changes they show when various conditions in the phenomenon vary. Students in Molina-Toro et al.'s [15] study worked with software simulations of the movement of a clock to analyze the mathematics in the movement of its hands. The software led the group of students to elaborate other ideas around the study of the sine trigonometric function and, in addition, led them to generate conjectures that originated in the arguments that arose from the study of the graphs. In a study by Borba, Villarreal, and Soares [16], students participated in a modeling process; with technology, they had the possibility of choosing, based on their needs or interests, a phenomenon to approach their study. The students who took part in the experience were able to analyze data in GeoGebra software and estimate how the phenomenon's results would develop in the future.

Collectively, these studies not only show the opportunities offered by the articulation of modeling and technologies, but also contribute to the discussion on how the role of the student in the classroom can be transformed and in what ways mathematical knowledge can be built with them. These experiences are also inputs to consolidate reflections around which new designs of school environments can be proposed. This includes designs in which the student does not approach mathematics by the imposition of the curriculum in the school itself, but by conscious and detailed analysis of the context that surrounds them, of the multiple social needs that accompany them, and of the interests that they have as a subject.

Although several experiences have been developed from analysis along these lines, the present study discusses work done with a single in-service mathematics teacher. This

analysis is part of a broader body of work that seeks to have other voices that, based on their experiences, promote discussions on the use of technologies in mathematics classes.

3. Methodology

The empirical phase of this research was conducted with Carlos (pseudonym), who is a middle and high school mathematics teacher in an urban school in Medellín, Colombia. This section presents the details of the context and the participant, the empirical data, and, finally, the data analysis procedures.

3.1. Context and Participants

This research was conducted during the first semester of 2022 following the guidelines of an intrinsic case study [17]. The case corresponds to Carlos, a mathematics teacher who has been interested in the integration of modeling in his classes; this teacher participates in networks and research groups in mathematics education and has postgraduate training in research in mathematics education. Carlos voluntarily accepted the invitation to participate in our study.

At the beginning of his postgraduate training (first semester of 2018), Carlos planned a class (54 minutes) to solve a problem through mathematical modeling. Carlos designed a three-part class. In the first part (15 minutes) the teacher presented the objective of the class, introduced the situation, and prompted questions to see if the task was understood. In the second part (26 minutes), students were distributed in teams of 4 or 5 people to work on the task, they made decisions regarding the ways that were emerging to find their solution and developed a proposal. At the end of the class (13 minutes), some strategies that were used to solve the task were presented.

For Carlos, the literature on modeling offers opportunities to design new class-room environments, which is why he found inspiration for the design of the task in the works of German researchers [18]. For Carlos, tasks based on existing monuments in public cultural spaces can become problems for the mathematics class and allow the development of mathematical modeling skills. Based on the cultural characteristics of Medellín, Carlos designed the following task: “In the Plaza Botero sculpture park in the city of Medellín, Colombia, there is a bust of a man’s face. Could we calculate how tall the sculpture would be if it were necessary to add what is missing from his body?” Figure 1 shows the sculpture that served as a reference to approach this task with the students in mathematics class. Complementary to the statement, Carlos provided the students with a video in which he promotes the city for its different museums and art expressions. The goal of the video was to engage his students in a scenario in which creativity, culture, and regional traditions would enter into the discussions between teacher and students — the task would incorporate the meaning of Medellín having a plaza with works by the painter and sculptor Fernando Botero into the mathematical task, that is, to estimate the size of the sculpture with the size of the bust and an image as reference.

After presenting the image to the students, the teacher indicated to his students that the reference measurement for the height of the sculpture was approximately 3 meters.

This measurement would be a parameter that all participants would consider solving the task, since it was not possible to get a group visit to the park.



Figura 1 – Sculpture of the Plaza Botero in Medellín.

3.2. Data and its analyses

The data collection and its respective analysis were divided into two phases. The first one was carried out once Carlos finished his postgraduate studies (second semester of 2021); at that time, we invited him to analyze the videos of his class. For this, first, we accessed the video and asked him to identify the uses of technology that he evidenced in the development of his class; then, Carlos presented the research team with a document in which he described the three paths that, according to him, the students used to develop the task, the technologies involved and the uses that his students made of those technologies.

To analyze this document, we considered the guidelines of Villa-Ochoa et al. [19], who understand that the notion of 'use' transcends the 'presence' of technology in a specific place and context. For the authors, this notion focuses on identifying how this technology can offer possibilities to achieve the subject's objectives and satisfy his or her explicit needs. Based on this notion, we identified the technologies used in the class by the teacher, those used by the students when solving the task, and then looked for evidence to answer the following questions: What were they used for? What potential actions did the teacher consider that he could promote in the students? How were they articulated with other technologies during the class? In what student actions was the use of these technologies evidenced? For each of these questions, we used specific codes. Two of the researchers coded the data, and then discussions were generated among the entire team to discuss the interpretations and reach a consensus. The results of this first phase of the analysis are presented in section 4.1.

Subsequently, we conducted a semi-structured interview with Carlos in which we asked for his reflections on the use of the technology present in his class, the relevance of the

task and the design of the environment, and the changes he would make to the design of his class. This interview was saved in audio and was analyzed following the principles of H-w-M [13] to identify those fragments of the interview that revealed "new" uses of technology, the conditions he would consider and the reasons why he would introduce those new uses. The results of this section are presented in Section 4.2.

4. Results

4.1.Technology as a resource for developing a modeling experience

To answer the question of our study, Carlos analyzed his own video and identified actions and ways in which students solved the task. The teacher identified actions such as: exploration, measurement, and experimentation; although he did not recognize the use of digital technologies in all of them, he did recognize the use of non-digital technologies as means or tools for the development of the task. Likewise, he recognized three ways of solving the task, namely: (i) using proportionality from the ratio between the measurements of the head and the body of a classmate; (ii) estimating the size of the statue's body from the measurements of the photos; (iii) estimating from the number of students that should be grouped to obtain the size of the bust. In the research team, we analyzed these actions and ways of resolution and discussed to identify the digital and non-digital technologies used. In the following, we describe each of these ways.

1. In the first way of resolution, some working groups chose a partner to measure the length of his head and construct a relationship between this measurement and the height measurement of the partner.



Figura 2 – Students measuring the height of a classmate

The following excerpt shows the decisions made by Carlos and Nelson when they were questioned by the teacher:

- Teacher: Well, what are you going to measure?
- Carlos: we are going to measure Nelson, how much did he measure?
- Nelson: 1.70 m
- Carlos: The face measured 21 cm, then we are going to look at how many times the measurement is [points to Nelson's face and the rest of his body] to multiply or divide it

[Video 05/13/2017]

The mathematical work in various groups focused on developing a proportional model that would provide information on how tall the sculpture was if they had information on the length of the head and body. This simplified model is of the form $\frac{a}{b} = \frac{c}{?}$ where a and b correspond to the measurement of the head and total body height in centimeters respectively and c is the measurement of the bust height that was presented to the students. With the measurements, they found using the tape measure and the calculator they estimated a value for the height of the sculpture.

2. Other groups decided to use a notebook to measure the length of the image projected on the board and estimate, with the length of one of their own faces, how many times the head measurement can fit into one's own height: "I want to see how many times the head is in the body and compare [student placing a notebook as a reference of the measurement of his face]" [Video 13/05/2017]. This process led students to determine that a person can have a height (a) of 8 times the length of their face (c) which mathematically is represented as a ratio of the form a=8c. This ratio was the main input to determine the height that the entire sculpture could be. The tape measure was a resource with which the students, in addition to obtaining measurements, were able to validate some numerical results that they found when using calculators. These results offer evidence, on the one hand of how the students reduced the operative load with numbers from numerical domains that they had not worked on in math class and, on the other hand, how they used multiplicative and counting strategies to establish a solid and explanatory argument to obtain the solution to their task since, in the curricular plan, the topic of proportionality had not yet been worked on.
3. In the third form of solution, students grouped together to find the number of classmates needed to ensure that the sum of the length of their heads was 300 centimeters (the length of the statue), and subsequently, add each of their heights together to find a final numerical value: "we need 15 people that measure 20 the face [referring to a measurement of 20 cm] then we take the height" [Video 05/13/2017]. The measurements found by all groups were in the range of 21 m to 23.7 m and corresponded to relationships they could find between each of the group members, some with greater height than others.

Overall, in these three paths, we recognized digital and non-digital technologies. Each was used by students for specific purposes to solve the task; for example, some students focused on measurement, where they used conventional and non-conventional instruments to take measurements. They also employed the technologies to estimate and

substantiate their results with the use of the mathematical content of proportionality. Given this scenario, we interviewed the teacher to understand his views on the use of these technologies and on how the task could be reorganized. In the following section, we will present the results of this part of the study.

4.2. Digital and non-digital technologies for reorganizing a modeling task

Once the previous task and class were analyzed, Carlos recognized the conditions he had considered for the class. According to the teacher "the class was on a fixed schedule of one hour; the class was to involve students in solving mathematical problems; for the class, students were not connected to the internet or to the use of other technologies." According to our conceptual framework [13], this comment allows us to recognize that the development of mathematical activity and the use of technologies is conditioned by specific factors, according to the context and to the subjects who develop it. To go deeper into this aspect, we questioned Carlos regarding the way he would develop his class in different conditions. In this regard, he answered:

"Having technologies, what I could do with GeoGebra is to take more photos of the students, and so work with those measurements that they first find with a tape measure, which I could do for several students and with the measuring tools of the software, we could scale those measurements and measure the bust and get an approximate measurement — the height of the bust in correspondence with the height of one of the students". Later he added *"this class would be different from the other because with GeoGebra we would have access to measure several students and make use of other mathematical tools, e.g., height promises, or other statistical measures. Although the way of solving is similar, with GeoGebra it would be different in that we would have more data to have a more standard measurement"*. In these excerpts, Carlos recognizes that GeoGebra can be used for developing the task. In this case, based on the use notion [19], GeoGebra is not only introduced into the task, but also, roles and actions-with-students were projected; for instance, it could provide a substitute for the tape measure, but also for the analysis and exploring, and processing of a larger amount of data.

"If we had access to the internet, we could validate this task; in the first task [class video], we "validated" in some way because all the teams found approximate answers in a range of values; but we could not do a trace to see if indeed, those values [obtained by the students] are in accordance with what some pattern estimates; then on the internet, we could look for anthropometric measurements, and with them, rethink some calculations". In this excerpt, Carlos reports the possibilities that the internet would offer him for access to data, but also to develop other ways of validating the results in the modeling process.

Additionally, Carlos recognized two aspects for a reorganization of the class. The first of these was access to more specific information about the sculptor, materials, styles, and other data that would help to deepen understanding of his work. The second was the possibility that some measurement applications of smartphones would have; however, he recognized that he would still need to better understand the functionalities of these devices to think about the class.

5. Discussion and conclusion

International literature reports that teachers are important agents in the integration of technologies in the mathematics classroom [2,20]. Therefore, inquiring about their knowledge, practices, and needs is a key aspect of educational research [5,20]. A large part of the literature suggests that teachers should develop capabilities to create diverse learning environments and transcend rigid curricula; however, this is not always possible to achieve. Therefore, teachers should prepare themselves to make the best use of their classes in the contextual and subjective conditions of their schools. In this sense, this study offers evidence of the potential of collective reflection and discussion of one's own experience to identify uses of technologies and promote new ways of integrating them for the reorganization of a task in mathematical class.

According to Geiger et al. [21], task design and task implementation can be seen as different sides of the same coin; this case study informs about this complementarity in the other direction, in this case, from task implementation to task reorganization (task redesign). Through task implementation, the teacher recognized several ways a student can solve the task, but with (digital and non-digital) technologies, the teacher could create "new" ways to solve the task based on opportunities offered by technologies. These results concur with Geiger et al. [21] on "teachers' intimate knowledge of key factors, such as local curriculum requirements and students' previous experience in mathematics, [being] essential if tasks [are] to be successfully implemented in classrooms" (p. 318). In addition, this case study informs about knowledge of school context and uses of technologies as opportunities for task reorganization.

In addition to the reflection on the practice itself, in this study we observe that there are cases in which the integration of technologies must consider the type of resource, the functionalities of the technology and the way to fit or enable the development of actions that the teacher considers key in the class. However, consistent with Molina-Toro et al. [19] the notion of modeling is still articulated to a process that students go through to solve the (same) situation. Therefore, in this study, we see that technologies were projected to feed those actions; in particular, to offer an experiential environment in data taking and analysis [6,16].

Finally, we highlight two important results. On the one hand, in the analysis of the task implementation itself, the recognition of the school and contextual conditions allowed Carlos to identify how his students can solve the task, but also allowed him to recognize that technology could dynamize some of the actions that students performed and promote new opportunities for learning to model. Another important result of this study is the possibility offered by technology to reorganize existing tasks. Although research on these tasks has shown the opportunities they offer for the development of mathematical competencies and knowledge in the classroom, it is possible to recognize that these same tasks can be reorganized with technology and still respond to the curricular conditions and institutional context. We join the call of Guerrero-Ortiz and Camacho-Machín [5] who suggest the importance of investigating the role of modeling tasks with technology in the learning of mathematics.

Acknowledgments

This work has been supported by CODI-Universidad de Antioquia, project "La modelación matemática escolar como eje de integración interdisciplinar en un currículo basado en las áreas STEM+H: un camino para la transformación educa-tiva de la primaria en la ciudad de Medellín". Code: 2020-34799.

References

Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., Niss, M., (eds.): Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study Series. Springer US: Boston, MA; Vol. 10. (2007). https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1

Carmona-Mesa, J. A., Cardona Zapata, M. E., Castrillón-Yepes, A.: Estudio de Fenómenos Físicos En La Formación Inicial de Profesores de Matemáticas. Una Experiencia Con Enfoque STEM. Uni-pluriversidad 20 (1), e2020101 (2020). https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.02.

Villa-Ochoa, J.A., Carmona-Mesa, J.A., Quiroz-Vallejo, D.A., Castrillon-Yepes, A., Farsani, D.: Computational Thinking in Mathematical Modeling Projects. A Case Study with Future Mathematics Teachers. In: Rocha, Á., Ferrás, C., Méndez Porras, A., Jimenez Delgado, E. (eds) Information Technology and Systems. ICITS 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 414, pp. 460-470. Springer, Cham (2022). https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_38

Villarreal, M. E., Mina, M.: Actividades Experimentales Con Tecnologías En Escenarios de Modelización Matemática. Bolema: Boletim de Educação Matemática 34 (67), 786–824 (2020). https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a21.

Guerrero-Ortiz, C., Camacho-Machín, M.: Characterizing Tasks for Teaching Mathematics in Dynamic Geometry System and Modelling Environments. Mathematics 10 (8), 1239 (2022). https://doi.org/10.3390/math10081239.

Cevikbas, M., Kaiser, G.: A Systematic Review on Task Design in Dynamic and Interactive Mathematics Learning Environments (DIMLEs). Mathematics 9 (4), 399 (2021). https://doi.org/10.3390/math9040399.

Molina-Toro, J. F., Rendón-Mesa, P. A., Villa-Ochoa, J. A.: Research Trends in Digital Technologies and Modeling in Mathematics Education. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education 15 (8), em1736 (2019). https://doi.org/10.29333/ejmste/108438.

Villa-Ochoa, J.A., Suárez-Téllez, L.: Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry for Mathematical Thinking. In: Danesi, M. (eds) Handbook of Cognitive Mathematics, pp 843–868. Springer, Cham (2022). https://doi.org/10.1007/978-3-031-03945-4_36.

Nebot, P. D. D., Pons, M. O., Espinosa, L. P., Palomares, I. F.: Diseño e Implementación de Tareas de Modelización Con IPad®'s: Un Enfoque Dual. Modelling in Science Education and Learning 9 (1), 35–56 (2016).

Rodríguez Gallegos, R., Quiroz Rivera, S.: El Rol de La Experimentación En La Modelación Matemática. Educación matemática 28 (3), 91–110 (2016).

Perrenet, J., Adan, I.: The Academic Merits of Modelling in Higher Mathematics Education: A Case Study. Mathematics education research journal 22 (2), 121–140 (2010). https://doi.org/10.1007/BF03217570

Greefrath, G., Siller, H., Weitendorf, J.: Modelling Considering the Influence of Technology. In: Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R., Stillman, G. (eds) Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling, vol 1, pp. 315-329. Springer, Dordrecht (2011). https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_32

Borba, M. C., Villarreal, M. E.: Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking. Mathematics Education Library, Vol. 39. Springer: New York (2005). https://doi.org/10.1007/b105001.

Soares, D. S., Borba, M. C. The role of software Modellus in a teaching approach based on model analysis. ZDM Mathematics Education 46(4), 575–587 (2014). https://doi.org/10.1007/s11858-013-0568-5.

Molina-Toro, J. F., Villa-Ochoa, J. A., Suárez-Téllez, L.: La Modelación En El Aula Como Un Ambiente de Experimentación-Con-Graficación-y-Tecnología. Un Estudio Con Funciones Trigonométricas. Revista Latinoamericana de Etnomatemática 11 (1), 87–115 (2018).

Borba, M. C., Villarreal, M. E., Soares, D. S.: Modeling Using Data Available on the Internet. In: Hirsch, C. R., McDuffie, A. R. (eds.) Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics, pp 143–152. National Council of Teachers of Mathematics: Reston (2016).

Stake, R. E.: Investigación Con Estudio de Casos. Ediciones Morata, Madrid (2007).

Blum, W., Borromeo-Ferri, R.: Mathematical Modelling: Can It Be Taught and Learnt? Journal of mathematical modelling and application 1 (1), 45–58 (2009).

Villa-Ochoa, J. A., Molina-Toro, J. F., Borba, M. C.: Roles of Technologies for Future Teaching in a Pandemic: Activity, Agency, and Humans-with-Media. ZDM Mathematics Education 55 (1), (2023). https://doi.org/10.1007/s11858-022-01429-4

Villa-Ochoa, J. A., Carmona-Mesa, J. A., Castrillón-Yepes, A.: Conocimientos promovidos a través de tareas que involucran el uso de la calculadora simple. Un estudio con futuros profesores de matemáticas. In: Acevedo, A. C. T., Villa-Ochoa, J. A., Solano, L. A. C. (eds.) Formación de profesores de matemática: reflexiones, conocimientos y recursos, pp 63–79. Sello Editorial Universidad de Medellín, Medellin (2020).

Geiger, V., Galbraith, P., Niss, M., Delzoppo, C.: Developing a Task Design and Implementation Framework for Fostering Mathematical Modelling Competencies. Educational Studies in Mathematics 109 (2), 313–336 (2022). https://doi.org/10.1007/s10649-021-10039-y

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

Recebido/Submission: 09/11/2022
Aceitação/Acceptance: 13/02/2023

Tunelamento DNS: metodologia de detecção para ambiente em nuvem computacional

Lorena de Souza Bezerra Borges[1], Robson de Oliveira Albuquerque[1], Rafael Timóteo de Sousa Júnior[1]

lorenabez@gmail.com; robson@redes.unb.br; desousa@unb.br

[1] Programa de Pós-graduação Profissional em Engenharia Elétrica – PPEE, Departamento de Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, Brasil, Zip Code 70910-900

Pages: 379-392

Resumo: O tunelamento DNS usa recursos do protocolo DNS para estabelecer canais de comando e controle, podendo ser utilizado como uma ferramenta maliciosa para exfiltração de dados. Atualmente, as ameaças cibernéticas usando túneis DNS afetam sistemas multiplataforma, explorando recursos computacionais locais e em nuvem. Muitos estudos de detecção de tunelamento DNS combinam técnicas de extração de parâmetros e algoritmos de *machine learning* (ML), alcançando elevados níveis de acurácia. Entretanto, treinar modelos de ML em larga escala e em tempo real, continua sendo um desafio operacional e de alto custo computacional para muitas instituições. Este artigo propõe uma metodologia eficaz para detecção de tunelamento DNS, através de coletas de recursos híbridos, utilizando algoritmos não-supervisionados para identificação de anomalias. O modelo proposto tem uma abordagem operacional, podendo ser adaptado para compor sistemas de controles de segurança nas organizações.

Palavras-chave: Tunelamento DNS, detecção de anomalias; nuvem; segurança cibernética.

DNS tunneling: a detection methodology for cloud computing environment

Abstract: DNS tunneling uses DNS protocol features to establish command and control channels, thus being possibly exploited as a malicious tool for data exfiltration. Nowadays, security threats using DNS tunneling affect cross-platform systems within local and cloud computing resources. Many DNS tunnel detection studies combine feature extraction techniques and machine learning (ML) algorithms to achieve high levels of accuracy. However, training ML models on a large scale and in real-time, remains an operational challenge and high computational cost for many institutions. This article proposes a methodology for DNS tunneling detection through hybrid resource collections using unsupervised anomaly detection algorithms. The proposed model has an operational approach and can be adapted to compose security control systems in organizations.

Keywords: *DNS* Tunneling; Anomaly detection; Cybersecurity; Cloud.

1. Introdução

Nos últimos anos, vem aumentando o número de técnicas ofensivas baseadas em módulos agentes que estabelecem canais de comando e controle (C2) com servidores remotos para transferir informações sensíveis e sigilosas das organizações. A exfiltração de dados não-autorizada provoca prejuízos, financeiros e de confiabilidade, representando um desafio para segurança cibernética. Um dos mecanismos mais utilizados é o tunelamento DNS, onde códigos maliciosos utilizam o protocolo Domain Name System (DNS) para encapsular informações, tanto para transferência de comandos remotos, quanto para extração ou infiltração de dados (Ishikura *et al*., 2021).

A técnica de tunelamento DNS como ataque cibernético representa uma preocupação atual, pela eficiência dos incidentes e inerente dificuldade de detecção. O protocolo DNS é amplamente utilizado na Internet para tradução de nomes de domínios em endereços IP, possuindo características hierárquicas e recursivas entre servidores autoritativos e recursivos (Mockapetris, 1987). Devido ao essencial propósito do protocolo para navegação em *websites*, a porta UDP/53, além de ser liberada de bloqueios de segurança, é indevidamente monitorada por ferramentas de controle de perímetro de rede nas organizações.

Pesquisadores da Akamai reportaram a identificação de 13 milhões de novos domínios maliciosos por mês, na primeira metade do ano de 2022, representando 20.1% de todos os domínios criados no mesmo período (Zurier, 2022). Recentemente, analistas de segurança da SentinelLabs identificaram um grupo responsável por espionagem e roubo de dados direcionados a países asiáticos, que utilizavam técnicas de tunelamento DNS, de forma silenciosa e há 10 anos, para transferência de informações após comprometimento do alvo (Chen, 2022).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é criar mecanismos capazes de detectar tunelamento DNS, de maneira funcional, para auxiliar sistemas de controle de segurança organizacionais. Para tanto, propomos uma arquitetura modular, de elevada acurácia, composta por coletas de registros DNS na nuvem Amazon Web Service (AWS) e flexibilidade de armazenamento de *dataset*. Por fim, a arquitetura possui seleção de parâmetros baseados nos estudos correlatos e modelagem dos dados com algoritmo de ML não-supervisionado para identificação de anomalias.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 indica os trabalhos relacionados e a Seção 3 detalha conceitos importantes para compreensão do estudo. Na Seção 4 são apresentadas as propostas de metodologia e arquitetura para modelagem com algoritmos de ML. A Seção 5 define o *dataset* e as ferramentas de tunelamento DNS utilizadas, seguidos das considerações e explanações sobre os resultados alcançados na Seção 6. A Seção 7 finaliza com a conclusão da pesquisa e sugestões de continuidade dos trabalhos.

2. Trabalhos Relacionados

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para detecção de tunelamento DNS na última década, incluindo análises de dados para extração de parâmetros e utilização de *machine learning* (ML) para criar inferências e detecção de comportamentos anômalos na rede.

Wang *et al.* (2021) abordou várias técnicas de detecção de tunelamento DNS entre 2006 e 2020, classificando parâmetros entre pacotes e fluxos DNS, assim como diferenciando os métodos de detecção entre regras, assinaturas e baseados em ML.

Bai *et al.* (2021) e Ishikura *et al.* (2021) focaram na combinação eficiente entre seleção e extração de parâmetros identificadores de tunelamento DNS e algoritmos com o maior nível de acurácia possível. Em Chen *et al.* (2021), houve a definição de duas categorias de parâmetros: pacotes DNS, processados em tempo real e em sessões DNS, que dispensam análise de carga útil dos pacotes, porém com alta complexidade computacional. Em D'Angelo *et al.* (2022), foram extraídos dados do tráfego DNS para formação de imagens bidimensionais com objetivo de realizar classificação por algoritmos de redes neurais.

Organizações vêm enfrentando desafios operacionais na implementação de modelos de detecção de anomalias, pela diversidade de fontes híbridas, no gerenciamento de grandes volumes do *dataset* e na aplicação de algoritmos de ML isolados do restante da arquitetura (Liberty *et al.* 2020). Como diferencial, este artigo sugere uma arquitetura funcional, com ênfase na coleta de dados de serviços na nuvem, seleção de parâmetros e foco na performance dos algoritmos integrados ao sistema de monitoramento, para identificação efetiva de tunelamento DNS na rede.

3. Conceitos

Amazon Web Service (AWS)	Plataforma de computação em nuvem. Dimensionamento flexível da capacidade de recursos, ágil e por demanda.
Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)	Instâncias EC2 são recursos computacionais escaláveis, sob demanda, com proposta de alta disponibilidade.
Amazon Virtual Private Cloud (VPC)	Serviço de rede privada virtual, isolada logicamente, com escopos de endereçamento IP, sub-redes, tabelas de rotas e gateways.
Availability Zones (AZ)	Áreas geográficas para hospedagem de recursos computacionais.
Amazon Security Group (SG)	Grupo de segurança ou firewall virtual para as instâncias EC2
Amazon Route 53	Serviço web de Domain Name System (DNS), com três principais funções: registro de domínios, roteamento DNS e health checking.
Amazon Route 53 Resolver	Serviço de DNS recursivo para um determinado VPC.
Amazon Simple Storage Service (Bucket S3)	Objeto de armazenamento na nuvem oferecendo disponibilidade, controles de acesso, backup e escalabilidade.
Elastic Stack (ELK)	Plataforma de busca composta por Elasticsearch, Kibana e Beats de integração, além de recursos de *machine learning*.
Elasticsearch	Mecanismo de análise e busca de dados de maneira centralizada. Representa o produto principal da Elastic stack (ELK).
Kibana	Interface web para visualização de dados do Elasticsearch e navegação pelas funcionalidades da Elastic Stack.
Beats	Os beats oferecem variedades de métodos de ingestão de dados, provenientes de fontes diversas, tanto na nuvem quanto locais.
Population ML	Funcionalidade da Elastic Stack para análise de dados com algoritmo de *machine learning* para detecção de anomalias.

Tabela 1 – Terminologia (AWS, 2022) e (Elastic, 2022)

A Tabela 1 define os conceitos da plataforma de computação em nuvem AWS, usada para hospedar serviços e instâncias para a topologia de testes, assim como a descrição de soluções da pilha Elastic (ELK), que compõe a arquitetura proposta neste estudo. As terminologias listadas visam auxiliar na compreensão de recursos, serviços, programas e elementos utilizados na detecção de encapsulamento DNS.

3.1. Ataque de tunelamento DNS

O tunelamento DNS representa uma técnica que encapsula dados de outros protocolos, como SSH ou FTP, em requisições DNS, por exemplo. Os dados são codificados e infiltrados em pacotes DNS para transmissão por um canal pré-estabelecido entre cliente (máquina afetada) e servidor remoto (atacante). Este tipo de ataque cibernético pode exfiltrar informações sigilosas e sensíveis do cliente, infiltrar códigos maliciosos e, paralelamente, transmitir comandos remotos para verificação do canal (*heartbeat*) e inspeção da máquina invadida.

O mecanismo de tunelamento DNS possui arquitetura cliente/servidor (Figura 1) e administração de um domínio na Internet (*tunel.abc*). O respectivo DNS autoritativo recebe as consultas e direciona à máquina servidora remota (*atacante.tunel.abc*) que irá decodificar e tratar os dados (Tatang *et al.* 2019). Na perspectiva de um ataque, a máquina servidora é administrada pelo atacante, que utiliza *scripts* específicos para estabelecer túneis bidirecionais e receber os dados do cliente. O atacante detém ainda o domínio malicioso para que as requisições DNS alcancem o servidor.

As principais ferramentas de tunelamento DNS codificam informações, geralmente em Base 128/64/32 ou hexadecimal e concatenam os dados em consultas para o subdomínio malicioso, devendo atender aos limites definidos pelo protocolo DNS (Mockapetris, 1987). Como exemplo, um típico tráfego de tunelamento DNS com informações codificadas no subdomínio atacante teria o seguinte formato: *ksfiulufpktoxzydegngdsczwsqutee.atacante.tunel.abc*.

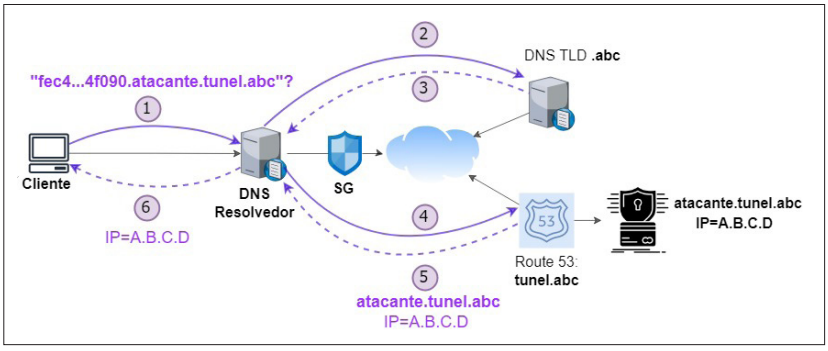


Figura 1 – Ataque de tunelamento DNS

As ferramentas podem ainda utilizar os campos de *resource records* (RRs) dos pacotes DNS para inserir dados em trânsito. Tipos de RRs, como 'TXT' e 'NULL', aumentam a

largura de banda da transmissão, porém são incomuns em consultas DNS padrão (RRs típicos seriam 'A', 'AAAA' e 'CNAME'), gerando alertas para anormalidades no tráfego. São utilizadas ainda estratégias como a divisão dos dados em várias consultas, pausando requisições, processamentos de solicitações por um conjunto de servidores remotos dinâmicos ou ainda, manipulação de prefixos de domínios para ficarem semelhantes a *websites* conhecidos.

4. Metodologia

Este estudo propõe uma arquitetura modular para detecção de túnel DNS malicioso, conforme Figura 2. O processo de coleta inclui dados provenientes de recursos e serviços nativos da nuvem AWS, os quais embasaram o modelo deste artigo. De forma complementar, é possível ver na Figura 2, em pontilhado, recursos que podem ser integrados de maneira flexível, provenientes de outras plataformas na nuvem ou ainda de redes locais (*on-premise*), tendo em vista a possibilidade de adaptação de módulos integradores ou *beats* para coleta de registros.

Para o tráfego DNS em claro (não-criptografado) é possível a detecção de atividades relacionadas ao tunelamento, tanto pela análise de fluxo das consultas quanto por inspeção de pacotes (Lyu *et al.* 2022). Os parâmetros de fluxo de rede fornecem metadados, padrões comportamentais e estatísticos e são utilizados principalmente quando não há informações sobre os domínios ou subdomínios consultados, como em tráfegos DNS criptografados. A análise de parâmetros de fluxo proporciona resultados mais abrangentes, embora adicione sobrecarga computacional devido ao conjunto de pacotes analisados e tempo adicional para conclusão dos eventos DNS.

Os dados foram divididos em dimensões, contrastando parâmetros a campos influenciadores para anomalia (Subseção 4.3), criando o conceito de detectores. Análises através de detectores visam inspecionar comportamentos de tunelamento DNS em diferentes perspectivas. Nesta pesquisa, os principais campos influenciadores foram TLD (*Top Level Domain*), eTLD+1 (*effective TLD plus one*), além do endereçamento IP dos recursos envolvidos. Em seguida, o algoritmo não-supervisionado Population ML foi escolhido para detecção de anomalias e pontuação de eventos em níveis de criticidade (Performing population analysis, 2022).

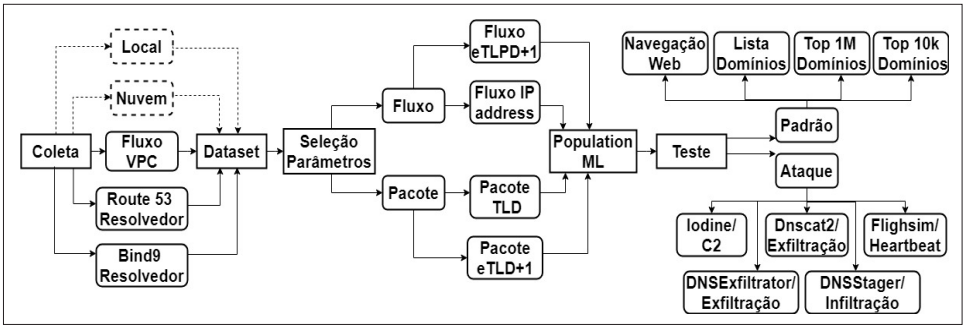


Figura 2 – Metodologia (adaptado de Khodjaeva et al. 2021)

O *dataset* resultante é formado por consultas DNS legítimas e testes com ferramentas de tunelamento DNS, Iodine (Ekman & Andersson, 2016), Dnscat2 (Ron, 2015), DNSStager (Askar, 2022), DNSExfiltrator (Arno0x, 2018) e Flightsim (AlphaSOC, 2021), devidamente detalhado na Seção 5. Os resultados realimentam o modelo de forma contínua, em um processo de aprendizado não-supervisionado, tornando a detecção mais precisa quanto maior for a base de dados analisada em uma série temporal.

4.1. Arquitetura

Em uma Availability Zone (AZ) foi configurada uma rede privada AWS com escopo de endereçamento segmentado em duas subredes: uma para máquinas clientes (instâncias EC2 Ubuntu 20.0 e Windows 10 Desktop) e outra para servidores Bind9 e Elastic stack (ELK). Apesar de Instâncias EC2 possuírem serviço de resolução de nomes nativo na AWS (Route 53 Resolver), cada máquina cliente foi configurada para utilizar primariamente o Bind9. Dessa forma, é possível abordar diferentes tipos de fontes para indexação, enfatizando a flexibilidade de coleta da metodologia.

Uma máquina Kali Linux foi configurada em AZ distinta, acionando módulos de ferramentas de tunelamento DNS para estabelecimento dos túneis e assim, escutar requisições na porta UDP/53 representando o servidor atacante. O domínio *lsbb.link* foi registrado no AWS Route53 e o subdomínio *t1ns.lsbb.link* configurado para a máquina remota Kali Linux. Dessa forma, os módulos clientes alcançaram recursivamente a máquina atacante através de consultas ao subdomínio malicioso.

A Figura 3 representa a integração de módulos da metodologia composta por recursos de registros de tráfego de rede e consultas DNS (*logs*) e gerenciamento do armazenamento dos dados em *buckets* S3. Os *beats* realizam as coletas dos *logs* e a solução Elastic modela os dados utilizando Population ML. Por fim, O Kibana provê painéis de visualização das anomalias detectadas através do *Anomaly Explorer*.

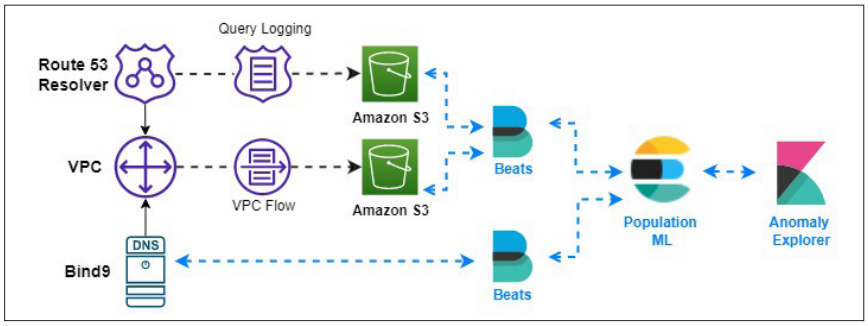


Figura 3 – Processo de coleta de registros

4.2. Parâmetros para tunelamento DNS

As principais características dos dados afetadas pelo tunelamento DNS foram identificadas para estabelecer comportamentos específicos e construir dimensões de análises, compostas de índices e influenciadores, para uma detecção sistemática. A adição

de métricas estatísticas aos índices formará um processo de extração de parâmetros para detecção de desvios comportamentais, descrito na Subseção 4.3.

Número de solicitações para um mesmo eTLD+1: para transmitir dados encapsulados em consultas DNS, há um aumento anormal no número de solicitações para o mesmo eTLD+1 (Effective Top Level Domain plus one), que representa o TLD (*.link*) mais uma camada de subdomínio (*lsbb.link*).

Pacotes DNS em bytes: Os pacotes UDP/DNS aumentam de tamanho ao transportar dados através dos subdomínios ou campos RR. Assim, as taxas de transferência em bytes, para um mesmo evento DNS, apresentam valores anômalos elevados.

Resource Records Types: de acordo com Herrmann *et al.* (2013), os tipos de RRs como A (IPV4), AAAA (IPV6) e PTR (*reverse lookup pointers*) são os mais comuns, representando 99,4% das solicitações padrão. As ferramentas de encapsulamento tendem a alternar ou modificar os tipos de RRs nos pacotes DNS (CNAME, TXT, MX, etc.) para aumentar a largura de banda de dados.

Quantidade de dados transmitidos: em um evento de tunelamento DNS, há um aumento tanto na duração do evento quanto na quantidade de dados recebidos e enviados para o mesmo par de máquinas ou IPs relacionados na comunicação.

Time-to-live TTL: é importante que o tráfego DNS encapsulado tenha o menor TTL possível para que as solicitações ao domínio malicioso não sejam armazenadas em cache no servidor resolvedor local, forçando altas taxas de miss cache (falha em encontrar o subdomínio nos registros do servidor resolvedor), Ishikura *et al.* 2021.

4.3. Métodos de detecção

O método Population ML detecta atividades incomuns e esparsas de acordo com o comportamento anterior observado na população em análise, Population Elastic (2022). O modelo de detecção de anomalias usa séries temporais e analisa os dados em intervalos de tempo (*bucket span)* de 15 minutos para definir padrões. Nossa abordagem utiliza aprendizado não-supervisionado, sem treinamento ou classificação prévios. No entanto, a precisão do modelo depende da atualização contínua de dados para ajuste e elevação dos níveis de acurácia da metodologia.

Population divide as variáveis em dimensões e usa distribuição de probabilidade, como Poisson, Gaussian, log-normal ou mesmo modelos combinados, para definir uma linha de base comportamental mais adequada. A análise comparativa para definir se a variável se enquadra ao padrão da amostra é baseada no teste de hipóteses, que identifica a maioria das observações como a hipótese nula (*null hypothesis*). O valor p (*p-value*) de um teste estatístico é usado para rejeitar a hipótese nula e no caso de detecção de anomalias, identificar um dado como um desvio ou *outlier* (Veasey e Dodson, 2014).

A pontuação para eventos anômalos será respondida empiricamente com *p-value* entre 0 (sem possibilidade) e 1 (certeza absoluta) para uma determinada variável ou dimensão (Collier, 2019). Quanto menor a probabilidade de *p-value* mais distante da distribuição normal de dados e menos consistente à hipótese nula, sendo considerado assim um dado raro ou anômalo. A solução ELK normaliza os resultados, gerando

alertas com pontuações no intervalo de 0 a 100, considerando uma anomalia crítica a partir de 75 pontos.

Os parâmetros identificadores, Subseção 4.2, foram combinados a contadores estatísticos como: elevado, máximo, médio e baixo para isolar situações anômalas. Foram adicionadas variáveis influenciadoras, ou seja, que possuem fortes indícios de influência nos dados, para criação de métodos de detecção (ELK *jobs*). Os *jobs* foram classificados como Fluxo DNS, com influência de endereço IP e eTLD+1 (Tabela 2) e Pacote DNS sobre a influência de eTLD+1 e TLD (Tabela 3).

Fluxo DNS por IP de destino		**Fluxo DNS por eTLD+1**	
Parâmetro	**Detector**	**Parâmetro**	**Detector**
F1	high_count	*F9*	max(event.duration)
F2	max (“network.bytes”)	*F10*	max (bytes_in)
F3	max (“source.bytes”)	*F11*	max (bytes_out)
F4	distinct_count (“source.port”)		
F5	distinct_count (“source.ip”)		
F6	distinct_count (“destination.port”)		
F7	distinct_count(source.address)		
F8	distinct_count(source.port)		

Tabela 2 – Fluxo DNS por IP de destino e por eTLD+1

Pacote DNS por eTLD+1		**Pacote DNS por TLD**	
Parâmetro	**Detector**	**Parâmetro**	**Detector**
F12	high_count	*F21*	high_count
F13	distinct_count (dns.question.name)	*F22*	distinct_count (dns.question.name)
F14	distinct_count (dns.question.subdomain)	*F23*	distinct_count (dns.question.subdomain)
F15	distinct_count (dns.id)	*F24*	distinct_count (dns.question.type)
F16	high_mean (dns.answers_count)	*F25*	distinct_count (dns.id)
F17	low_mean (dns.answers.ttl)	*F26*	high_mean (dns.answers_count)
F18	distinct_count(dns.answers.name)	*F27*	high_mean (dns.answers.data)
F19	distinct_count(dns.answers.type)	*F28*	low_mean (dns.answers.ttl)
F20	high_mean (dns.opt.udp_size)	*F29*	distinct_count(dns.answers.name)
		F30	distinct_count(answers.type)
		F31	high_mean (dns.opt.udp_size)

Tabela 3 – Pacotes DNS por eTLD+1 e por TLD

5. Dataset

O *dataset* consistirá em dados de consultas usuais e aqueles gerados por ferramentas de tunelamento DNS, em uma janela de três semanas. Para dados benignos, foram feitas consultas DNS a sites legítimos, bem como navegação aleatória a websites, como e-mail, streaming de vídeo, localização geográfica, notícias etc. Além disso, *scripts* de consulta sequenciais foram executados para os 10.000 domínios mais consultados (TopDomains10k, 2022) e 1.000.000 principais domínios de acesso na Internet (Zeroh, 2022), com objetivo de popular os dados.

As ferramentas de tunelamento DNS testadas foram: Iodine, para testes de C2, Dnscat2 e DNSExfiltrator, para transferência de arquivos, direcionadas para o subdomínio malicioso *t1ns.lsbb.link*. Iodine é comumente utilizado para contornar portais de autenticação para acesso não-autorizado à Internet. Dnscat2 encapsula tráfego SSH ou FTP em consultas DNS, se adequando melhor a transferência de arquivos. DNSEXfiltrator foi escolhido para testes em máquinas Windows, com conexão direta ao servidor atacante, sem consultas recursivas ao subdomínio.

Ainda como ferramentas de testes utilizadas neste estudo, o DNSStager realizou infiltração de dados no cliente, através de um túnel DNS (mesmo subdomínio *t1ns.lsbb.link*), simulando ataques de infiltração de *malwares*. Por fim, o utilitário Flightsim foi testado para simular o tunelamento DNS para um domínio malicioso alternativo *alphasoc.xyz,* para envio de comandos de verificação de estado (*heartbeat*) e validar nosso modelo para uma estrutura de túnel diferente, com um número reduzido de consultas e de subdomínio desconhecido para o algoritmo.

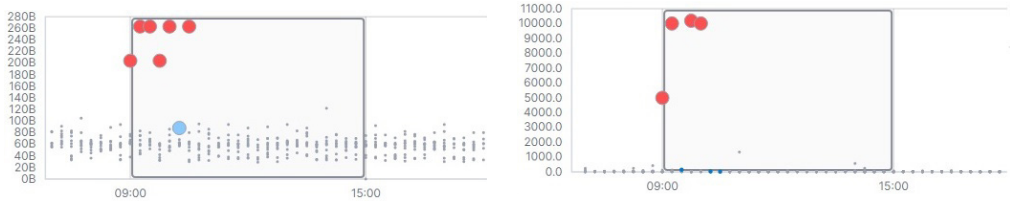
6. Resultados Experimentais

Métodos de detecção para fluxo DNS: Para o Iodine, os tráfegos DNS foram considerados anômalos e receberam pontuações críticas entre 92 e 94. Houve aumento no número de dados transferidos entre os mesmos IPs de origem e de destino, alta contagem de portas UDP abertas, bem como eventos DNS com mesmos índices identificadores. Tal comportamento indica um fluxo contínuo de comunicação na porta UDP/53.

Para o Dnscat2, prevaleceram as mesmas características influenciadoras para Iodine, porém as transferências de dados aumentaram o desvio da anomalia pela quantidade de bytes em trânsito, tanto de entrada quanto de saída, resultando em eventos mais decisivos para identificação da ameaça (pontuação 96). A perspectiva de fluxo não influenciou para o Flightsim, apesar de dois disparos curtos terem sido testados (cerca de 50 consultas para cada disparo). Números reduzidos de consultas são silenciosos e semelhantes a fluxos DNS normais.

Para a ferramenta DNSStager houve alto nível de criticidade pela transferência de dados, com tempo anormal de sessão dos eventos, além das subsequentes consultas DNS entre os mesmos recursos relacionados (pontuação 92). Finalmente, para o DNSExfiltrator, a perspectiva de fluxo DNS foi a única que identificou anomalias, pelo fato da ferramenta não realizar requisições ao domínio malicioso, não fornecendo registros no DNS resolvedor e inviabilizando análises dos pacotes DNS.

Como exemplos, as Figuras 4.a e 4.b mostram valores em bytes recebidos e a duração dos eventos DNS, respectivamente, durante um tunelamento por Dnscat2. Estes parâmetros de fluxo indicam anomalias nos dados sobre uma linha do tempo, onde as sombras em cinza representam dados normais. Os valores de probabilidade *p-value* foram muito baixos, cerca de 5,56e-36 para bytes recebidos e 4,07e-9 para duração do evento, demonstrando uma anormalidade nos dados (em vermelho).



a) Bytes recebidos *b) Duração de eventos (ns)*

Figura 4 – Parâmetros de fluxo durante tunelamento DNS por Dnscat2.

Métodos de detecção para pacote DNS: Apesar da ferramenta Iodine ter tunelado e transmitido apenas comandos entre o servidor e a máquina afetada, ou seja, comunicação do tipo C2 (dados leves), o número de requisições para o mesmo eTLPD+1 malicioso é relativamente alto, resultando em índices eficientes para detecção de anomalias com pontuações entre 96 e 99.

Os testes com Dnscat2 e DNSStager, os quais administram domínios maliciosos na Internet para o ataque, foram detectados com alta acurácia, pontuando respectivamente 99 e 95, em transferências de arquivos de 100KB. DNSStager realizou infiltração de dados na máquina afetada, demonstrando que os parâmetros de pacotes DNS foram eficazes na identificação da anomalia, inclusive quando o sentido da comunicação é da rede externa para rede local (*down streaming*).

O utilitário Flightsim, com o objetivo de gerar um número reduzido de consultas para um domínio desconhecido ao algoritmo ML, realizou verificação de *status* do canal, recebendo uma pontuação crítica. Mesmo com apenas 1 disparo (pontuação 92) e 2 disparos (pontuação 93), o modelo proposto neste estudo identificou a anomalia de forma eficiente, levando em consideração apenas as características dos pacotes em um sistema de processamento em tempo real.

A Figura 5.a demonstra números elevados de dados em bytes nas respostas às consultas, representando uma característica comum das ferramentas de tunelamento DNS. Para transferir toda a informação é necessário dividir os dados em várias requisições, aumentando a contagem de subdomínios para um mesmo TLD. A Figura 5.b indica valores reduzidos anormais para o parâmetro de TTL nos pacotes DNS, identificando curto prazo de validade das informações para que não sejam guardadas em cache nos servidores resolvedores.



a) *Respostas recebidas (bytes)* *b)* *Tempo de TTL das respostas (s)*

Figura 5 – Parâmetros de pacote durante tunelamento DNS por Dnscat2.

6.1. Considerações

Os métodos de detecção para tunelamento DNS resultaram em altos níveis de identificação de anomalias. A Figura 6 compara as pontuações para cada ferramenta testada, em uma linha do tempo. Domínios que geraram falsos positivos (pontuação acima de 75) como *amazonaws.com, akam.net*, *cloudflare.com*, são classificados como conteúdo de armazenamento, serviços hospedados em nuvem, CDN's (*Content Delivery Network*) e proxies de segurança DNS. Embora o método tenha pontuado eventos legítimos, os domínios maliciosos estão no topo da criticidade.

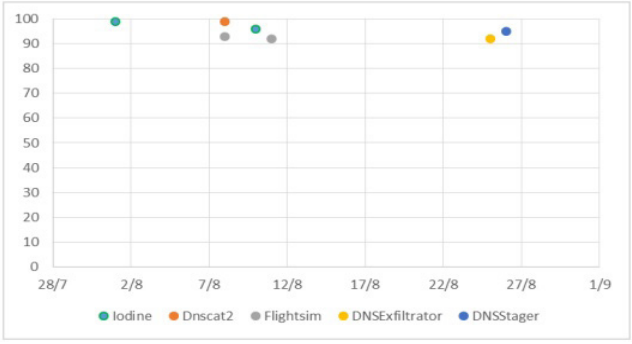


Figura 6 – Linha do tempo para pontuação de anomalias

Uma lista de domínios confiáveis (*whitelist*) poderia ter sido aplicada nesta análise, melhorando a identificação da anomalia, porém, por se tratar de uma manipulação estática, que precisaria ser constantemente atualizada, optou-se por avaliar os resultados com as amostras originais. Também é importante ressaltar que alguns ataques do tipo *ransomware* registram domínios especificamente para os ataques ou ainda, adicionam prefixos semelhantes a subdomínios legítimos, concluindo a baixa eficiência de técnicas baseadas na elaboração de *whitelists*.

Os recursos de fluxo DNS não foram eficazes para detecção de ferramentas que geraram números reduzidos de consultas, porém a perspectiva de fluxo foi essencial para análises

que dispensam o acesso à carga útil dos pacotes. Para métodos que utilizam os pacotes DNS, a avaliação dos nomes de domínio oferece a identificação de anomalias de forma eficiente, sem a necessidade de grandes janelas de eventos subsequentes ou acima da janela de *bucket span*. A detecção foi eficaz para ataques com larguras de banda menores ou em ocorrências esparsas.

O domínio malicioso *t1ns.lsbb.link* obteve as maiores pontuações para anomalia, em todos os eventos. O tráfego encapsulado foi classificado como crítico, entre 95 e 99, resultando em elevada acurácia principalmente para ferramentas que utilizam domínio próprio, sem camadas extras de criptografia. A detecção do domínio *alphasoc.xyz* comprova que o método não-supervisionado foi capaz de identificar um evento novo e desconhecido e a pontuação mais baixa 92 e 93, em comparação às demais ferramentas, foi devido ao reduzido número de consultas geradas.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho propôs um modelo de detecção de tráfego tunelado DNS eficaz para as ferramentas Iodine, Dnscat2, DNSExfiltrator, DNSStager e Flightsim, em eventos de C2, exfiltração e infiltração de dados e testes do tipo *heartbeat*. Houve detecção de anomalias com altos níveis de acurácia, em uma janela de três semanas, mesmo em transferências de arquivos leves ou eventos com poucas requisições no canal tunelado. Como resultado, foi construído um *dataset* a partir de ferramentas de tunelamento e consultas legítimas, podendo ser reaproveitado em futuras análises.

Os eventos maliciosos atingiram níveis críticos (variando de 92 a 99) comprovando que a metodologia, utilizando ML não-supervisionado, é adequada para detecção de desvios comportamentais em dados de registros de rede e requisições DNS, em termos de precisão, tempo de execução e possibilidade de implantação em ambientes reais. As anomalias são devidamente identificadas e os índices de falsos positivos são reduzidos a medida em que o modelo é exposto a uma maior quantidade de dados.

A estrutura proposta para integração de recursos na AWS, coleta e envio de dados para a solução ELK mostrou-se modular, com armazenamento de *dataset* flexível e operacional, podendo ser adaptada para compor soluções de defesa cibernética nas organizações. Os processos de coleta podem ser expandidos para abranger serviços *on-premises* e de outras plataformas em nuvem, de forma integrada e concentrando os registros na solução Elastic.

Para trabalhos futuros, inúmeras ferramentas de tunelamento DNS ou *malwares* podem ser testadas, além de treinamento de outros modelos de ML supervisionados ou de classificação, adicionando novas perspectivas e inferências. Com a arquitetura proposta e a devida adaptação de parâmetros, é possível desenvolver estudos para tráfego DNS criptografado, DoT (DNS sobre TLS) e DoH (DNS sobre HTTPS), que representam desafios extras na análise e detecção de tráfego tunelado.

Agradecimentos

Este trabalho contou com suporte da Universidade de Brasília (Outorga DPG 011/2022), do CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa (Outorgas 312180/2019-5 PQ-2 e 465741/2014-

2 INCT em Cibersegurança), do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Outorga CADE 08700.000047/2019-14), da Advocacia Geral da União (Outorga AGU 697.935/2019), do Departamento Nacional de Auditoria do SUS (Outorga DENASUS 23106.118410/2020-85), da Procuradoria Geral da Fazenda Nacional (Outorga PGFN 23106.148934/2019-67), da Agência Brasileira de Inteligência (Outorga ABIN 08/2019) e da Universidade de Brasília (Outorga FUB/COPEI 7129).

Referências

AlphaSOC. (n.d.). GitHub. Retrieved November 1, 2022, from https://github.com/alphasoc/

AWS (2020). Amazon.com. https://docs.aws.amazon.com

Arnoox. (2022, August 27). DNSExfiltrator. GitHub. https://github.com/Arnoox/DNSExfiltrator

Askar. (2022, August 28). *What is DNSStager?* GitHub. https://github.com/mhaskar/DNSStager

Bai, H., Liu, W., Liu, G., Dai, Y., & Huang, S. (2021). Application Behavior Identification in DNS Tunnels Based on Spatial-Temporal Information. IEEE Access, 9, 80639-80653.

Chen, J. (n.d.). Aoqin Dragon | Newly-Discovered Chinese-linked APT Has Been Quietly Spying On Organizations For 10 Years. SentinelOne. https://www.sentinelone.com/labs/aoqin-dragon-newly-discovered-chinese-linked-apt-has-been-quietly-spying-on-organizations-for-10-years/

Chen, S., Lang, B., Liu, H., Li, D., & Gao, C. (2021). DNS covert channel detection method using the LSTM model. Computers & Security, 104, 102095.

Collier, R., & Azarmi, B. (2019). Machine Learning with the Elastic Stack: Expert techniques to integrate machine learning with distributed search and analytics. Packt Publishing Ltd.

D'Angelo, G., Castiglione, A., & Palmieri, F. (2022). DNS tunnels detection via DNS-images. Information Processing & Management, 59(3), 102930.

Ekman E. & Andersson B. (2016). Iodine (IP-over-DNS, IPv4 over DNS tunnel). (n.d.). Code.kryo.se. https://code.kryo.se/iodine/

Elastic Stack and Product Documentation | Elastic. (n.d.). Www.elastic.co. https://www.elastic.co/guide/index.html

Herrmann, D., Banse, C., & Federrath, H. (2013). Behavior-based tracking: Exploiting characteristic patterns in DNS traffic. Computers & Security, 39, 17-33.

Ishikura, N., Kondo, D., Vassiliades, V., Iordanov, I., & Tode, H. (2021). DNS tunneling detection by cache-property-aware features. IEEE Transactions on Network and Service Management, 18(2), 1203-1217.

Khodjaeva, Y., & Zincir-Heywood, N. (2021, August). Network flow entropy for identifying malicious behaviours in DNS tunnels. In The 16th international conference on availability, reliability and security (pp. 1-7).

Liberty, E., Karnin, Z., Xiang, B., Rouesnel, L., Coskun, B., Nallapati, R., ... & Smola, A. (2020, June). Elastic machine learning algorithms in amazon sagemaker. In Proceedings of the 2020 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (pp. 731-737).

Lyu, M., Gharakheili, H. H., & Sivaraman, V. (2022). A Survey on DNS Encryption: Current Development, Malware Misuse, and Inference Techniques. ACM Computing Surveys (CSUR).

Mockapetris, P. V. (1987). Rfc1035: Domain names-implementation and specification.

OpenDNS Top Domains List. (2022, August 17). GitHub. https://github.com/opendns/public-domain-lists

Performing population analysis | Machine Learning in the Elastic Stack [8.4] | Elastic. (n.d.). Www.elastic.co. https://www.elastic.co/guide/en/machine-learning/current/ml-configuring-populations.html

Ron. (2020, August 12). iagox86/dnscat2. GitHub. https://github.com/iagox86/dnscat2

Tatang, D., Quinkert, F., Dolecki, N., & Holz, T. (2019). A study of newly observed hostnames and DNS tunneling in the wild. arXiv preprint arXiv:1902.08454.

Veasey, T. J., & Dodson, S. J. (2014). Anomaly detection in application performance monitoring data. International Journal of Machine Learning and Computing, 4(2), 120.

Wang, Y., Zhou, A., Liao, S., Zheng, R., Hu, R., & Zhang, L. (2021). A comprehensive survey on DNS tunnel detection. Computer Networks, 197, 108322.

Zeroh. (2022, August 10). Top-1000000-Domains. GitHub. https://github.com/zer0h/top-1000000-domains/blob/master/top-1000000-domains

Zurier, S. (2022, September 28). Akamai finds 13 million malicious newly observed domains a month. SC Media. https://www.scmagazine.com/analysis/malware/akamai-finds-13-million-malicious-newly-observed-domains-a-month

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

Recebido/Submission: 20/11/2022
Aceitação/Acceptance: 28/02/2023

Estrategia didáctica basada en pensamiento computacional y mediada por TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde el razonamiento cuantitativo en la educación secundaria

Angel David Erazo Ibarra[1], Edwin Andrés Pachajoa Rodríguez[2], Aixa Eileen Villamizar Jaimes[3], Eleonora Palta Velasco[4], Dario Enrique Soto-Durán[5], Freddy Alonso Vidal Alegría[6]

aderazo@unimayor.edu.co; andres.pachajoa@gmail.com; Aixa.villamizar@tdea.edu.co; eleonorapalta@unimayor.edu.co; dsoto@tdea.edu.co; decing@unimayor.edu.co.

[1] vinculación del primer autor, Colegio Mayor del Cauca, 190001, Popayán, Colombia.

[2] vinculación del segundo autor, Colegio Mayor del Cauca, 190001, Popayán, Colombia.

[3]vinculación del tercer autor, Tecnológico de Antioquia, 050032, Medellín, Colombia

[4] vinculación del cuarto autor, Colegio Mayor del Cauca, 190001, Popayán, Colombia.

[5] vinculación del quinto autor, Tecnológico de Antioquia, 050032, Medellín, Colombia

[6] vinculación del sexto autor, Colegio Mayor del Cauca, 190001, Popayán, Colombia.

Pages: 393-408

Resumen: Una de las causas que nos lleva a tratar el Pensamiento Computacional (PC) es que actualmente las instituciones educativas no tienen en cuenta dicho pensamiento dentro de los currículos académicos y un escaso porcentaje de los docentes conocen o han recibido capacitaciones respecto al tema. La característica principal del PC es que aumenta las capacidades en análisis, diseño, modelamiento y programación en los estudiantes estimulados, especialmente en aquellos que cursan la educación secundaria y se preparan para elegir su educación superior. Este artículo presenta el desarrollo de una estrategia didáctica basada en pensamiento computacional y mediada por TIC (Tecnologías de la información y comunicación) en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde el razonamiento cuantitativo en la educación secundaria. En cuanto a la metodología, se utilizó una de tipo aplicada y exploratoria, se realiza una indagación en la literatura científica sobre el pensamiento computacional y las herramientas informáticas acordes al estudiante de media-secundaria.

Palabras-clave: pensamiento computacional (PC); razonamiento cuantitativo; herramientas TIC; educación secundaria.

Didactical strategy based on computational thinking and mediated by ICT in the teaching-learning process from quantitative reasoning in secondary education

Abstract: One of the causes that leads us to treat Computational Thinking (CT) is that currently educational institutions do not take such thinking into account within the academic curricula and a small percentage of teachers know or have received training on the subject. The main characteristic of Computational Thinking is that it increases the capacities in analysis, design, modeling and programming in stimulated students, especially in those who are in secondary education and are preparing to choose their higher education. This article presents the development of a didactic strategy based on computational thinking and mediated by ICT (Information and Communications Technology) in the teaching-learning process from quantitative reasoning in secondary education. Regarding the methodology, an applied and exploratory type was used, an inquiry is made in the scientific literature on computational thinking and computer tools according to the middle-high school student.

Keywords: computational thinking (CT); cuantitative reasoning; ICT tools; secondary education.

1. Introducción

Es relevante para quienes desempeñan labores y trabajos relacionados con la educación formal considerar que el cambio tecnológico de los últimos treinta años ha afectado mucho más que toda la historia de la tecnología. Por consecuencia, los actuales trabajos eran impensados hace tres décadas y seguramente en tan solo diez años aparecerán trabajos no imaginados hoy y para los cuales tampoco se están formando a los actuales estudiantes de educación secundaria y universitaria.

El mundo está girando sobre la base de la tecnología, todas nuestras actividades están soportadas por tecnología y cada vez se necesita personas con fuertes habilidades para el desarrollo de software y que hagan parte del desarrollo de dicho sector en el país, con el fin de competir en el globo y el cambio debe realizarse desde la educación temprana, avanzando en los niveles primario, secundario y llegando a un nivel profesional con bases sólidas en un tema fundamental como el pensamiento computacional y el aprovechamiento de las herramientas digitales basadas en TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación).

Los actuales currículos académicos en educación secundaria, en lo que se refiere al área de matemáticas, trabajan los temas de manera muy aislada y en grados escolares temporalmente diferentes y espaciados, haciendo que las asignaturas correspondientes a las competencias básicas en matemáticas no se articulen al finalizar el proceso académico y dicha falencia se evidencia cuando los estudiantes presentan las pruebas Saber 11 (Solís, Alegría, Gutiérrez, Zapata, & Timarán, 2019).

Las preguntas de las pruebas Saber 11 son diseñadas para que el alumno haga uso de un pensamiento lógico y analítico, con base en una lectura crítica y con ayuda de las herramientas matemáticas aprendidas pueda encontrar una solución coherente y afín para obtener conclusiones determinantes de cada situación problema. Entonces se evidencia un problema cuando el estudiante carece de las competencias básicas en matemáticas como el razonamiento lógico y cuantitativo, derivadas de una débil estrategia pedagógica para incluir el pensamiento lógico, analítico y computacional; por ende la curva de aprendizaje para desarrollar habilidades de programación es muy

inclinada y la desmotivación hacia esta excelente habilidad termina por llevar a un gran porcentaje de estudiantes a elegir estudios superiores en áreas sociales, humanísticas o del derecho y las leyes, alejándose casi por completo de aquellas en el área de ingeniería, desarrollo de software, computación o diseño y desarrollo de videojuegos (Acosta Gómez & Franco Martínez, 2011).

La financiación de la educación secundaria en países como Colombia ha estado relegada en la lista de prioridades del gobierno, si bien, es gratuita hasta el nivel universitario, su cobertura y acceso es limitado y la calidad no alcanza los estándares internacionales. Los autores (Basogain, y otros, 2017) exponen:

"El contexto actual de la educación secundaria en el mundo, lejos de ser un campo rico para el estudio curricular y pedagógico donde se exploran nuevos contenidos, se introducen nuevos enfoques pedagógicos y se incorporan las nuevas tareas cognitivas que la sociedad moderna exige, se ha convertido en una entidad monolítica donde se imponen normas mundiales, se conserva y refuerza un contenido obsoleto y se perpetúan estrategias pedagógicas fallidas."

Esta puede ser una de las razones de peso por la cual los estudiantes de educación secundaria no desarrollan un pensamiento más analítico, crítico, lógico y enfocado al desarrollo de diferentes habilidades, entre ellas el pensamiento computacional, que en este momento están siendo apenas potenciadas por el sistema actual de educación, el cual vela por el conocimiento básico en áreas aplicadas, pero no se formula una metodología que sugiera cambios en este paradigma y que a su vez actúe como foco de fortalezas para tomar acciones en los procesos académicos, arrojando resultados positivos en la introducción de nuevos elementos de aprovechamiento y rendimiento académico (Aponte G. & Calle P., 2020).

2. Materiales y Metodos

2.1. Revision de literatura

En esta parte se abordan los temas principales de la investigación, el estado del arte y su campo de acción en la educación secundaria. La primera parte comprende el pensamiento computacional y su enfoque en la educación secundaria, en la segunda parte se trata el razonamiento cuantitativo, su evaluación y aplicación.

2.1.1. Pensamiento Computacional

En la actualidad los investigadores sobre el tema de pensamiento computacional (PC) convergen su definición hacia reconocidos autores como Papert, quien avala la importancia de las relaciones entre los elementos de un sistema complejo y Wolfram, cuyas teorías sintetizan la famosa frase "divide y vencerás" (Aponte G. & Calle P., 2020) y la siguiente:

Wing lo definió como un conjunto de habilidades y destrezas ("herramientas mentales"), habituales en los profesionales de las ciencias de la computación, pero que todos los seres humanos deberían poseer y utilizar para "resolver problemas", "diseñar sistemas" y, sorprendentemente, "comprender el comportamiento humano". Por tanto, el

pensamiento computacional debería formar parte de la educación de todo ser humano (Adell Segura, Llopis Nebot, Mon, & Valdeolivas Novella, 2019).

Con base en lo anterior, el pensamiento computacional cada vez más se ha ido incorporando en los diferentes niveles de enseñanza y sus currículos; así la investigadora (Kereki, 2018) afirma que dicho pensamiento es un proceso de resolución de problemas, incentiva la lógica, la abstracción y la automatización que al combinarlos con herramientas computacionales y tecnológicas le permite al estudiante implementar soluciones novedosas en análisis, modelamiento, simulación y programación.

Por otra parte las habilidades personales en el siglo XXI se han ido transformando debido al impacto de la tecnología tanto en su consumo como en su producción, por lo tanto el Pensamiento Computacional se ha ido definiendo a través de varias investigaciones, las cuales acuerdan que está compuesto por la suma de otros pensamientos a saber: el matemático, el algorítmico y el crítico (Rico Lugo, Basogain Olabe, & Moreno Niño, 2018); sin embargo (Zapata-Ros, 2015) afirma que el pensamiento computacional ha ido adquiriendo un protagonismo mucho mayor en los últimos años, es así que actualmente abarca otros tipos de pensamientos como son: el lógico, el matemático, el creativo, el inductivo, el deductivo entre otros, los cuales analiza y explica y de cuyo análisis presenta los siguientes componentes del Pensamiento Computacional: análisis ascendente, análisis descendente, heurística, pensamiento divergente, creatividad, resolución de problemas, pensamiento abstracto, recursividad, iteración, ensayo-error, métodos colaborativos, patrones, sinéctica, metacognición y cinestesia (Zapata-Ros,2018).

Desde el año 2011 varios países, especialmente los desarrollados como Estados Unidos, Reino Unido, Israel, Bélgica, Suiza, Finlandia, Singapur y Japón han ido incluyendo en los currículos de la educación básica, primaria y secundaria, estrategias para desarrollar Pensamiento Computacional en sus estudiantes y se concluye que al mejorar las habilidades del mismo para resolver problemas, analizar situaciones desde varios puntos de vista y expresarse de maneras diferentes, prepara a dichos estudiantes para enfrentarse a futuros empleos y por ende se impulsa el crecimiento económico del país (Motoa, 2021).

Es destacable mencionar que dentro de los diversos estudios y experiencias de inclusión del Pensamiento Computacional a partir de edades tempranas en niños y niñas, se ha podido notar que las características emocionales, psicológicas, cognitivas y sensoriales son diferentes en el género masculino y el femenino, no obstante, esto no da mayor o menor capacidad a uno u otro género, pero demuestra diferentes maneras de abordar los problemas y darles una solución por parte de niños o niñas, visualizando también que la educación mixta provee una complementariedad entre los géneros para mejorar el trabajo en equipo (Espino Espino & González González , 2015).

2.1.2. Pensamiento computacional desconectado

En contraposición a lo que normalmente define el Pensamiento Computacional como aquellas habilidades adquiridas y desarrolladas con el uso de la computación y sus herramientas, algunos autores como (Zapata-Ros, 2018) propone que se puede contemplar el Pensamiento Computacional Desenchufado, en el cual se crean actividades y ejercicios sin el uso de la tecnología, desde edades educativas tempranas

hasta las universitarias incluso. Las estrategias se basan en juegos y didácticas utilizando materiales y herramientas y útiles escolares comunes y corrientes.

2.1.3. El pensamiento computacional y su enfoque académico

El ministerio TIC en Colombia publica el Plan TIC 2018 – 2022 (MINTIC - Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2018), en el cual se establecen las políticas y programas del actual gobierno en temas de tecnología, conectividad, telefonía móvil, internet, entre otras; asociadas a la inclusión social, urbana y rural. Partiendo de que se alcancen y superen las metas en cuanto a infraestructura tecnológica; entre las tendencias tecnológicas mundiales a las cuales le apunta el país están: inteligencia artificial, seguridad digital e internet de las cosas; al mismo tiempo que son habilidades difíciles de encontrar en el talento humano colombiano, siendo una razón muy poderosa, para los futuros profesionales del área TI, elegir formación académica de pregrado y posgrado en dichos temas y en instituciones que han logrado obtener acreditaciones de alta calidad en sus programas, con el fin de lograr un mayor impacto en la sociedad colombiana.

Temas como la seguridad digital de la información son muy relevantes debido a que la sistematización y automatización de los procesos y trámites cada vez es mayor y requiere de un manejo adecuado de la información personal y sensible, al igual que el campo de la capacitación y formación académica en donde las actuales condiciones como el teletrabajo, plataformas de negocios manejadas desde el hogar o los smartphones están haciendo más evidente el uso y aprovechamiento de la educación virtual. Sumado a las políticas y planes gubernamentales, diferentes organismos internacionales como por ejemplo el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) apoya y financia iniciativas en Colombia, tal es el caso del proyecto: "Mejora del Sistema de Apoyo Público a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación" (BID Banco Iberoamericano de Desarrollo, 2019) que tiene como objetivo mejorar la capacidad del Estado para fomentar las actividades de ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento (CTI&E), enfocándose en la gobernanza institucional.

El Foro Económico Mundial (FEM), a través del Informe de Competitividad Global 2019, señala que el Índice Global de Competitividad (IGC) mide la capacidad que tiene un país de generar oportunidades de desarrollo económico a los ciudadanos. Este se mide en los factores que impulsan la productividad y proporcionan las condiciones para el progreso social y la agenda de desarrollo sostenible. En América Latina, Chile lidera el grupo de los países más competitivos en la región (posición 33), seguido por México (48), Uruguay (54), Colombia (57) y Costa Rica (62). Los últimos de la región son Nicaragua (109) y Venezuela (133). Los pilares de competitividad que resalta el FEM demuestran que para que una economía sea competitiva, es clave que cuente con talento humano con habilidades para el desarrollo de la economía con capacidades de desempeñar labores que contribuyan al desarrollo de otros pilares.

Por otra parte, la calidad de la educación en Colombia se ve expuesta y medida por los resultados de las pruebas internas como Saber 11 y las externas como las pruebas PISA, que al evaluar dos áreas fundamentales como el lenguaje y las matemáticas y que de hecho van ligadas, no se presentan mayores niveles en los últimos años. Son varios los factores que se tienen en cuenta para medir el rendimiento académico en los estudiantes, pero el

estudio de la OCDE (Heras Recuero & Olaberría, 2018), es concluyente al afirmar que falta inversión en la educación pública y mejorar las capacidades de los educadores. Estos resultados evidencian la problemática central del proyecto relacionado con los bajos niveles de vocación en ciencia, tecnología e innovación en niños, niñas y adolescentes del departamento del Cauca para el abordaje de problemáticas en sus entornos, desde una postura crítica a través de la investigación, creación e innovación.

2.1.4. Impacto de la carencia del Pensamiento Computacional.

La elección de cursar una carrera en el área de las TIC e industrias creativas es basada muchas veces en el consumo de la tecnología, especialmente en los egresados de educación secundaria de la última década, simplemente por el hecho de ser buen manejador de las aplicaciones populares tanto en la web como móviles, hace pensar que se es bueno para cursar estudios enmarcados en el desarrollo de TIC y en gran porcentaje las expectativas de los aspirantes no se cumplen y terminan en la deserción (OCYT Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2019). Una de las razones por la cual los graduados de secundaria prefieren carreras universitarias enfocadas en las áreas sociales y humanísticas es porque no incluyen las matemáticas en sus currículos, o al menos, no deben cursar media carrera con asignaturas del área física y matemática, las cuales si están presentes en las ingenierías, especialmente porque dichas áreas pretenden desarrollar las capacidades lógicas y de abstracción entre los futuros ingenieros, para que sean bastante capaces de entender los problemas y capaces de modelar una solución para ellos (Serna M. & Polo, 2014).

2.1.5. El razonamiento cuantitativo y su aplicación.

El componente relacionado con el razonamiento cuantitativo ha representado un reto grande a los docentes del área, debido a que su estudio y entendimiento es un tanto complejo, sin embargo, representa una de las competencias más relevantes en la vida académica de los estudiantes. Se puede observar en (Trejos Buriticá, 2019) una investigación experimental enfocada en las matemáticas con estudiantes de primaria y utilizando varias aplicaciones software como herramienta para potenciar los conceptos transmitidos y adquiridos en el aula.

2.2. Metodologia

Este artículo se basa en una investigación previa cuyo objetivo fue plantear una alternativa al proceso de enseñanza-aprendizaje basada en pensamiento computacional desde el razonamiento cuantitativo, por tanto, arroja datos significativos de análisis que la llevan a ser de tipo exploratoria y descriptiva. Se proponen tres fases para el desarrollo metodológico. (ver Figura 1).

Fase 1: recolección de información. En esta fase se exploraron las estrategias didácticas soportadas en TIC que involucran el pensamiento computacional, las experiencias significativas en el entorno nacional y mundial con respecto al fortalecimiento de este tipo de pensamiento y finalmente las herramientas informáticas TIC utilizadas con éxito en la aplicación metodologías y estrategias novedosas en la educación secundaria.

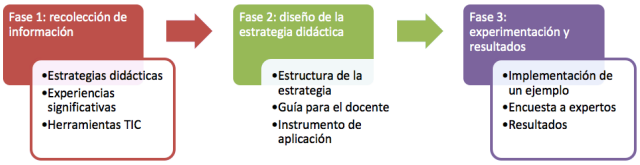


Figura 1 – Ruta metodológica. Fuente: elaboración propia.

Fase 2: diseño de la estrategia didáctica. Con base en la información recolectada en la fase 1 se realiza la propuesta de una estrategia didáctica basada en el pensamiento computacional, enfocada en la labor del docente y desde sus recursos pedagógicos y educativos en el contexto de la educación secundaria en Colombia.

Fase 3: La validación de la estrategia se realiza a través de juicio de siete (7) docentes expertos del área matemática, en educación secundaria, a quienes previamente se expone el proceso descrito en la fase 2 y quienes valoran según su experiencia y experticia, el modelo y los instrumentos para la sesión.

2.2.1. Fase 1: Analisis de los enfoque curriculares.

En esta fase se establecen tres componentes:

- **Estructura de la estrategia**: partiendo de los lineamientos [18] sobre los tipos de pensamiento que el estudiante debe apropiar hasta finalizar su educación secundaria, se priorizan y presentan los utilizados en esta investigación. Con base en algunas opiniones (Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. En (MEN Ministerio de Educación Nacional, 2006) se puede sintetizar que algunas de las principales características de una estrategia de aprendizaje son:
  - La aplicación de una estrategia es planeada y controlada.
  - El estudiante hace uso de sus propias capacidades y recursos para emprender una estrategia de aprendizaje.
  - Una estrategia está compuesta de técnicas, tácticas, destrezas y habilidades cuyo dominio fortalece a la misma.

Basados en los estándares básicos de competencias en matemáticas (MEN Ministerio de Educación Nacional, 2006) tenemos que los cinco pensamientos propuestos en los lineamientos curriculares son: el numérico, el espacial, el métrico o de medida, el aleatorio o probabilístico y el variacional. De los anteriores se han escogido tres más relevantes (Espacial y Sistemas geométricos, Aleatorio y sistemas de datos, Variacional y sistemas algebraicos y analíticos), para trabajar el enfoque del presente trabajo de investigación y su relevancia en el razonamiento cuantitativo.

2.2.2. Fase 2: Estrategia Didactica.

La estrategia didáctica se sustenta en los pensamientos definidos en el contexto curricular el espacial, el aleatorio o probabilístico y variacional.

En consecuencia, se diseña la guía para el docente que incluye recomendaciones y momentos que el docente desde el rol de tutor, instructor o facilitador del proceso de aprendizaje puede diseñar y organizar a partir del currículo de la asignatura, puede lograr una planeación más estratégica y efectiva.

Se ha escrito bastante sobre la resolución de problemas, incluso algunos califican esta acción como un arte (Chimunja González, Collazos Ordoñez, & Hurtado Alegría, 2017), quien revela con emotividad que la principal característica de una persona que administra eficaz y efectivamente es la creatividad; dicha cualidad es la que busca el desarrollo del pensamiento computacional cuando se usa para enfrentar y resolver problemas.

A continuación, una serie de pautas ordenadas para que el docente pueda desde su perspectiva y asignatura, proponer una situación o problema a sus estudiantes identificando las variables más relevantes que conlleven a integrar el pensamiento computacional en todo el proceso académico del ejercicio y como estructura base de la guía al docente se tiene un modelo dividido en tres (3) fases que se ejecutan de manera secuencial: contextualización, diseño y ejecución (ver Figura 2)

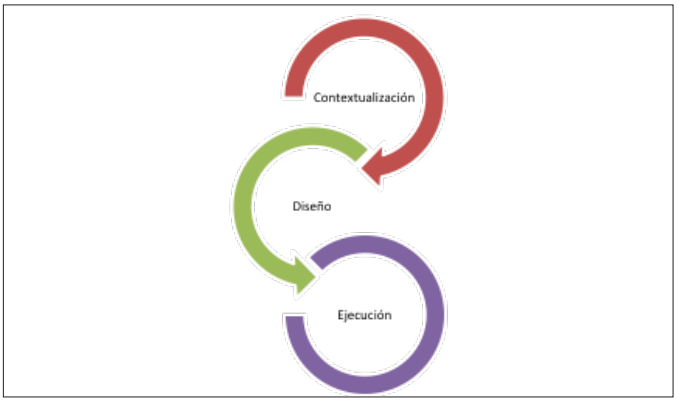


Figura 2 – Modelo base de la guía docente. Fuente: elaboración propia.

- **Contextualización.** En esta primera fase se pretende que el docente tenga claro el área y tema que quiere abordar en la sesión de clase, los conceptos teóricos definidos e interrelacionados que harán parte del saber que el estudiante logrará apropiar al finalizar dicha sesión. Esta fase se fundamenta en el microcurrículo diseñado para cada asignatura, la metodología de enseñanza y los recursos educativos adicionales, disponibles para el docente en su ejercicio diario.
- **Diseño.** Es la segunda fase del modelo, en la cual se establece un marco de referencia pedagógico y tecnológico para tener una perspectiva global de todos los momentos de la sesión con los estudiantes, el producto de esta fase puede verse como un plan de sesión organizado y ordenado, estableciendo tiempos concretos desde su inicio hasta el fin.
- **Ejecución**. En esta fase, la última, se sigue el orden de actividades propuesto en el diseño, respetando los tiempos para poder cumplir con todo el propósito del plan en la sesión académica. Cabe resaltar que el modelo no finaliza aquí, es

importante realizar posteriormente a esta fase, un análisis y retroalimentación entre el docente y sus estudiantes para sintetizar las mejores prácticas que deja la experiencia y aquellas enseñanzas para mejorar en una próxima sesión.

De manera simple los momentos clave que deben darse desde el docente en este proceso son:

- Presentación de lo que se debe realizar, paso a paso y enfatizando elementos importantes en el proceso.
- Conducir la realización del proceso por parte de los estudiantes, insistiendo en que los elementos importantes sean priorizados.
- Dirigir la autoevaluación del proceso a los estudiantes.
- Controlar en todo momento del desarrollo del proceso la calidad del trabajo hecho por los estudiantes

Asimismo, para la planeación se requiere un instrumento necesario para el desarrollo de una sesión de clase con el grupo de estudiantes, se ilustran diferentes tipos de métodos y técnicas didácticas pertinentes al tema y siempre llevando consigo en el proceso educativo la inclusión del pensamiento computacional.

Para llevar a cabo el modelo propuesto en el párrafo anterior, se propone utilizar una estrategia instruccional de experiencia directa o simplemente ejercicios prácticos, para el presente caso utilizando una herramienta TIC valorada por su alto impacto en el fortalecimiento del Pensamiento Computacional y la creatividad, como lo es SCRATCH (Pérez Palencia, 2017). Entre las ventajas de esta estrategia están que los estudiantes involucran en mayor medida los sentidos al "hacer", es decir, al momento de resolver un problema o enfrentarse a un reto, además de leer, oír o simplemente ver, es lo que algunos autores denominan experiencias multisensoriales (Pardos Peiro, 2017).

El siguiente es el instrumento o formato propuesto para un plan de sesión a ejecutar con los estudiantes (ver Tabla 1).

Momento Clave	Metodologías	Técnicas Didácticas	Recursos	Tiempo	Producto o Evidencia
Partes en que se divide la sesión desde el inicio hasta el final.	ABProyectos (ABP) ABProblemas (ABPR) ABRetos (ABR) ABJuegos (ABJ) Estudio de Casos (EC) Aprendizajes Adaptativos (AA)	Se eligen conforme al propósito del momento de la sesión: inicio, desarrollo y fin.	Tecnológicos Software Impresos Herramientas Hardware Plataformas Talleres Ambientes	Se establece para cada parte de la sesión.	Físicos Digitales Orales

Tabla 1 – Instrumento de aplicación para el docente. Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Fase 3: experimentación y resultados.

El objetivo de la sesión es implementar un programa que permita la solución de la ecuación cuadrática de forma interactiva por medio de la herramienta de programación

Scratch. Con este ejercicio se pretende abordar competencias para construir programas con la herramienta Scratch de manera modular, permitiendo desarrollar el Pensamiento Computacional y aplicarlo en la resolución de problemas al encontrar la solución de la ecuación cuadrática. La sesión está programada para un tiempo aproximado de tres (3.5) horas.

Momento clave	Metodología	Técnica didáctica	Recursos	Tiempo	Producto / Evidencia
Saludos y presentación	Grupal	Exposición		5 min	
Socialización del problema	Grupal	Exposición	LMS	20 min	
Reflexión inicial	Grupal	Observación	Ambiente	10 min	
Diagnóstico (saberes previos)	Grupal	Caso de estudio	LMS	30 min	Exposición
Contextualización	Grupal	Comparación	Scratch	30 min	Exposición
Apropiación del conocimiento (funcionales)	Individual	Valoración de productos	Equipo de computo Herramienta scratch	20mins	
Apropiación del conocimiento (definición de variables)	ABPR	Valoración de productos	Equipo de computo Herramienta scratch	30 min	Definición de variables en scratch
Apropiación del conocimiento (construcción de bloques)	ABPR	Valoración de productos	Equipo de computo Herramienta scratch	30 min	Bloques construidos en scratch
Apropiación del conocimiento (diseño del programa)	ABPR	Valoración de productos	Equipo de computo Herramienta scratch	30 min	Ejecución de bloques y lógica en scratch
Transferencia del conocimiento	ABR	Estudio de caso	Lógica y aplicación de conocimiento	20 min	Exposición
Evaluación	Individual	Formulación de preguntas	Hoja impresa	10 min	Cuestionario

Tabla 2 – Ejemplo de una sesión a partir del esquema básico. Fuente: elaboración propia.

La estrategia fue socializada en un grupo de 7 docentes de áreas relacionadas con el razonamiento cuantitativo de diferentes instituciones de educación secundaria, diseñando una aplicación basada en Scratch con un componente de razonamiento cuantitativo en la construcción de un programa para la solución de la Ecuación Cuadrática. De acuerdo con la programación se validaron los conceptos básicos de la herramienta Scratch siguiendo con la apropiación del conocimiento en las diferentes fases del proceso. Los docentes observan un video explicativo del uso de la herramienta Scratch y cómo implementar la solución de la ecuación cuadrática (ver Figura 3), posteriormente, responden una encuesta sobre la percepción que tuvieron.

Se evalúa por medio de un instrumento aplicado a los docentes participantes de la presentación de la estrategia, el cual genera los siguientes resultados. La herramienta SCRATCH a pesar de ser intuitiva requiere de un manejo espacial importante para la ubicación de componentes, necesarios para realizar los ejercicios propuestos; los docentes en un 42.9% manifestaron que es algo fácil navegar en las opciones de la herramienta, mientras que un 42.9% manifestó que es muy fácil navegar entre las diferentes opciones de la herramienta y un 14.3%manifesto que es poco fácil navegar entre las opciones de la herramienta (ver Figura 4).

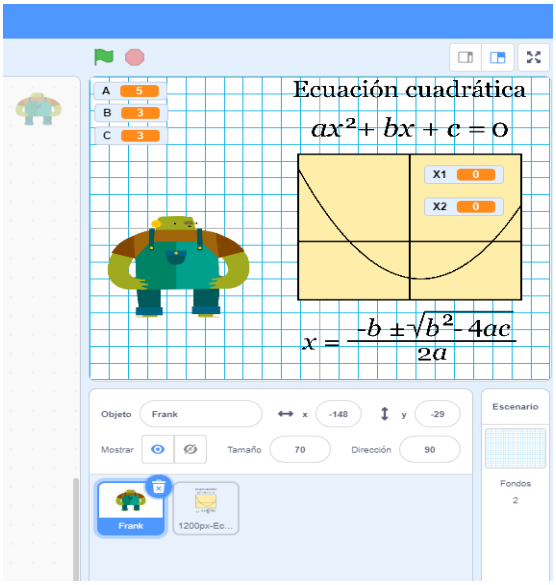


Figura 3 – Scratch diseño de los planos y objetivos. Fuente: elaboración propia.

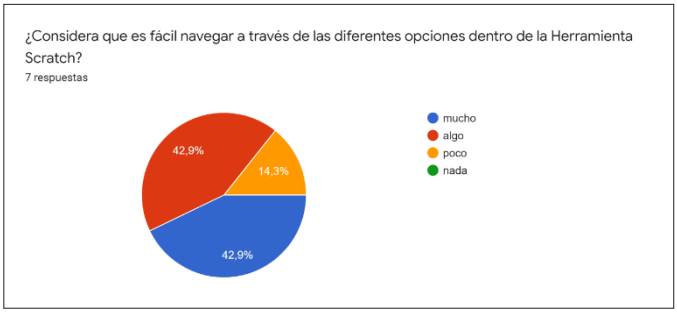


Figura 4 – Percepción del docente sobre la herramienta Scratch. Fuente: elaboración propia.

Los docentes consideran en un 71.4% estar totalmente de acuerdo en que esta estrategia ayudará a la apropiación de los conceptos matemáticos y a su aplicación en el aula mientras que el 28.6% manifiesta estar de acuerdo en que la estrategia va a ayudar a la apropiación de conceptos matemáticos en el aula (ver Figura 5).

De igual manera se evalúa la percepción en un grupo de 40 estudiantes de varias instituciones educativas del departamento, quienes en promedio han utilizado la herramienta menos de 1 año; a través de un instrumento el cual muestra los siguientes resultados. SCRATCH es intuitiva debido a su manejo en bloques, sin embargo, requiere de un entendimiento lógico para la selección y manejo de sus componentes, necesarios para realizar prácticas guiadas; los estudiantes en un 36.8% manifestaron que es muy

fácil navegar en las opciones de la herramienta, mientras que un 50% manifestó que es algo fácil navegar entre las diferentes opciones de la herramienta y un 7.9% manifestó que es poco fácil navegar entre las opciones de la herramienta (ver Figura 6).

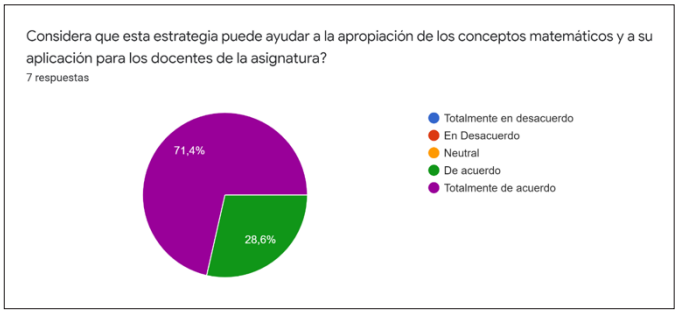


Figura 5 – Percepción del docente sobre la estrategia didáctica.
Fuente: elaboración propia.

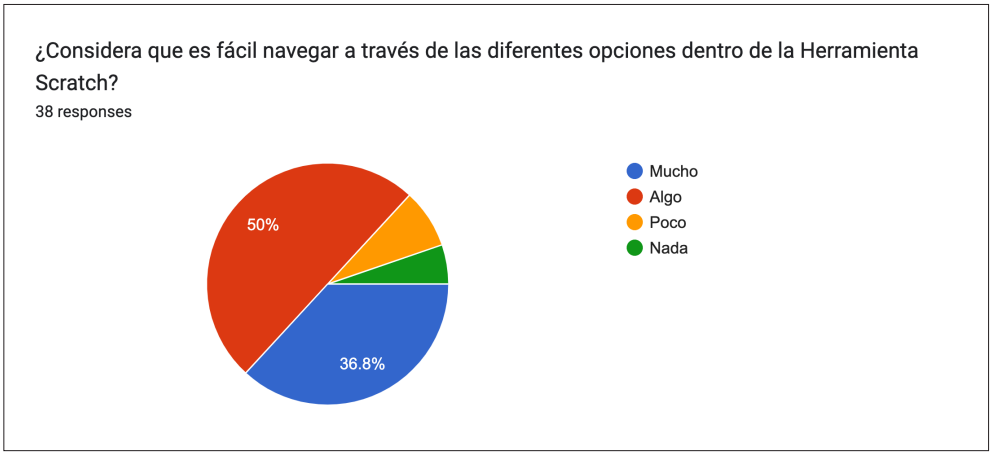


Figura 6 – Percepción de estudiantes sobre la herramienta Scratch.
Fuente: elaboración propia.

Los estudiantes consideran en un 30.8% estar totalmente de acuerdo en que SCRATCH ayuda a entender, apropiar y aplicar conceptos matemáticos mientras que el 48.7% manifiesta estar de acuerdo en que la herramienta ayuda a la apropiación de conceptos matemáticos en el aula, teniendo como resultado un 79.5% de aceptación de la herramienta por parte de los estudiantes (ver Figura 7).

Finalmente, los estudiantes manifiestan en un 17.9% estar muy de acuerdo en que la herramienta ayuda a resolver problemas de otras asignaturas, mientras que un 46.2% está algo de acuerdo en que es útil y hay un 20.5% que no es nada útil, lo cual representa

que existe una gran oportunidad de seguir desarrollando estrategias que integren este tipo de herramientas para potenciar el aprendizaje en la educación media (ver Figura 8).

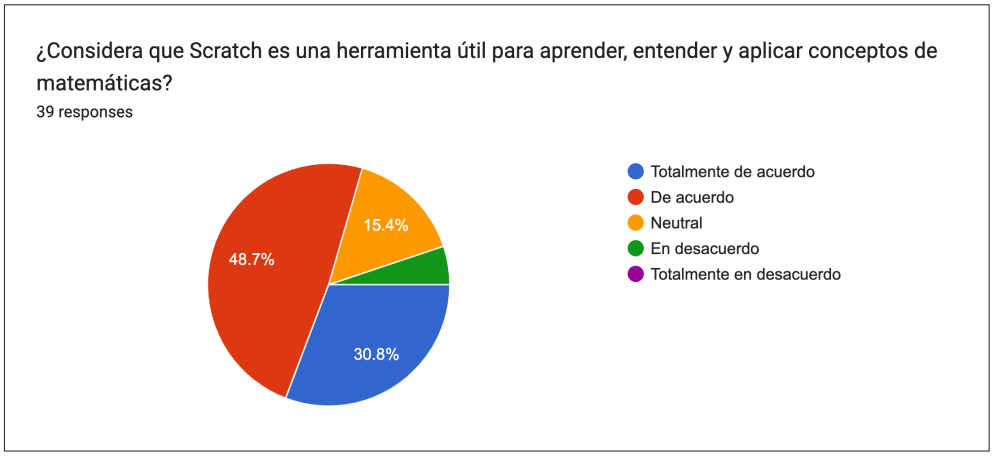


Figura 7 – Percepción de estudiantes sobre la utilidad de Scratch con matemáticas.
Fuente: elaboración propia.

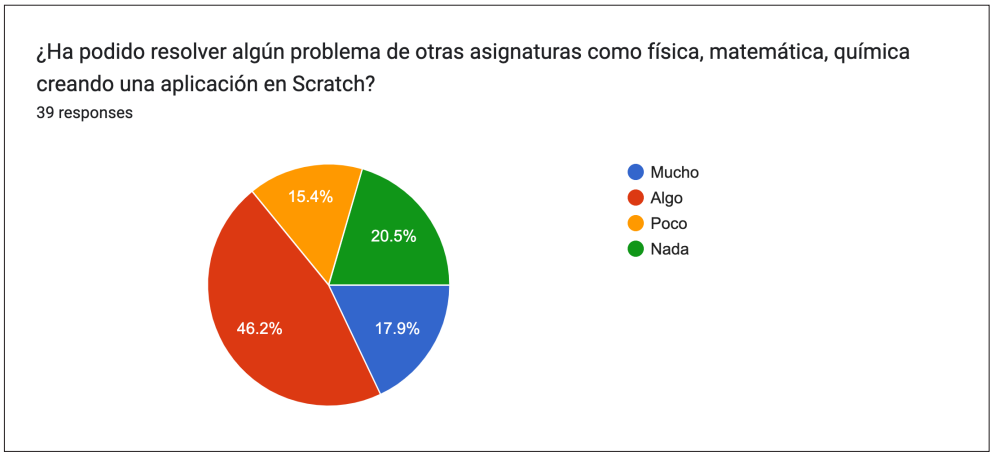


Figura 8 – Percepción de estudiantes sobre la utilidad de Scratch con otras asignaturas.
Fuente: elaboración propia.

Se sintetiza, con base en los datos anteriores, que una experiencia de aprendizaje significativo, guiada por el uso de una herramienta TIC para programación como Scratch, hace que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más dinámico y enriquecedor para el estudiante y el docente. Sin embargo, de acuerdo con las respuestas finales sobre la percepción de los docentes, se intuye que hay detalles por mejorar y potenciar.

3. Conclusions

En el planteamiento de la estrategia didáctica se integraron las experiencias recopiladas en otros ambientes y escenarios educativos, los cuales fueron muy importantes para definir la forma en que la estrategia iba a operar, adaptada al contexto educativo colombiano.

La elaboración de los instrumentos llevó una gran disertación, en el momento del diseño se limitó su incidencia en el área de matemáticas y razonamiento cuantitativo, obteniendo un instrumento adecuado y pertinente a la labor del docente del área especificada, relacionándolo con su entorno laboral y adaptándolo a los recursos educativos disponibles.

En la intervención virtual siempre se mantuvo una constante participación de los docentes en el proceso, resaltando la calidad del estudio enfocado a resolver los problemas de los estudiantes de matemáticas para apropiar conceptos y construir soluciones sistemáticas por medio de las TIC, fomentando el pensamiento computacional como punto de partida en el proceso de construcción de las herramientas.

Con relación al ejercicio planteado se evaluaron los porcentajes de aceptación de la estrategia propuesta entre los docentes participantes con la socialización de los pasos y las pautas a seguir para plantear una estrategia.

Es innegable que la inclusión de las TIC en los procesos educativos es obligatoria y toda la comunidad educativa debe ser parte; la tecnología avanza a velocidades mayores y los dispositivos e Internet cada día son más asequibles; las respuestas de las encuestas por parte de los expertos, en la presente investigación, refleja que propender por una educación media mediada por TIC, a futuro indiscutiblemente mejorará las competencias de los estudiantes y los estándares internacionales de calidad.

Referencias

Acosta Gómez, J. A., & Franco Martínez, F. (2011). La inteligencia lógico-matemática y el aprendizaje para desarrollar algoritmos. 2, 47-52. Obtenido de https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/64

Adell Segura, J., Llopis Nebot, M. Á., Mon, F., & Valdeolivas Novella, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. La Revista Iberoamericana de la Educación Digital (RIED), 22(1), 171–186. doi:https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303

Aponte G., M. C., & Calle P., J. M. (2020). Internacionalización del currículo a partir de resultados de aprendizaje. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://claudiaaponte.com.co/wp-content/uploads/2018/12/2020-CAponte-y-JMCalle-IdC-y-resultados-de-aprendizaje.pdf

Basogain, X., Olabe, M. A., Olabe, J. C., Rico, M. J., Rodríguez, L., & Amórtegui, M. (2017). Pensamiento computacional en las escuelas de Colombia: colaboración internacional de innovación en la educación. VIRTUAL EDUCA 2017 COLOMBIA. Obtenido de http://recursos.portaleducoas.org/publicaciones/pensamiento-computacional-en-las-escuelas-de-colombia-colaboraci-n-internacional-de

BID Banco Iberoamericano de Desarrollo. (2019). Documento de Cooperación Técnica CO-T1510: Mejora del sistema de Apoyo Público a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Obtenido de https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-129802314-21

Chimunja González, A. M., Collazos Ordoñez, C. A., & Hurtado Alegría, J. A. (2017). ChildProgramming-C: como una mejora de la dimensión colaborativa del modelo ChildProgramming. Entre Ciencia e Ingeniería.

Espino Espino, E. E., & González González , C. S. (2015). Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional. RED-Revista de Educación a Distancia, 46(12). doi:https://www.doi.org/10.6018/red/46/12

Heras Recuero, L., & Olaberría, E. (2018). Public spending in education and student's performance in Colombia. . OECD Economics Department Working Papers No. 1460. doi:https://doi.org/10.1787/282d9700-en

Kereki, I. (2018). MOOC: Pensamiento Computacional (aplicado) para docentes. Innovation in Education and Inclusion : Proceedings of the 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. Lima, Perú. doi:http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.26

MEN Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. En Ministerio de Educación Nacional (Eds.), Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar. 46-95.

MINTIC - Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2018). Plan TIC 2018 – 2022 El Futuro Digital es de Todos. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://micrositios.mintic.gov.co/plan_tic_2018_2022/pdf/plan_tic_2018_2022_20200107.pdf

Motoa Sabala, S. P. (2021). Generar pensamiento computacional aunado a un aprendizaje significativo. Revista de Educación & Pensamiento, 25(27).

OCYT Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2019). Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2019. Obtenido de https://portal.ocyt.org.co/informe-de-indicadores-2019/

Pardos Peiro, A. (2017). Las imágenes en el pensamiento. Revista Mexicana de Investigación en Psicología, 9(2).

Pérez Palencia, M. (2017). El pensamiento computacional para potenciar el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución creativa de problemas. 3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, 6(1), 38-63. doi:http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2017.55.38-63

Rico Lugo, M. J., Basogain Olabe, X., & Moreno Niño, N. (2018). "Evolution": Design and Implementation of Digital Educational Material to Strengthen Computational Thinking Skills. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, 13(1).

Serna M., E., & Polo, J. A. (2014). Lógica y abstracción en la formación de ingenieros: una relación necesaria. Ingeniería Investigación y Tecnología, 15(2). doi: https://doi.org/10.1016/S1405-7743(14)72218-8

Solís, D., Alegría, D., Gutiérrez, E., Zapata, V., & Timarán, R. (2019). Identificación de Patrones de Rendimiento Académico en las Pruebas Saber Pro entre 2012-2014, en las Competencias Lectura Crítica y Comunicación Escrita con Técnicas Predictivas de Minería de Datos. Cuaderno Activa, 11, 51-64.

Trejos Buriticá, O. I. (2019). EPS: Metodología para resolución de enunciados en ciencias básicas apoyándose en pensamiento computacional. Revista EIA, 16(32), 85-96. doi: https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1266

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. RED-Revista de Educación a Distancia. doi: http://dx.doi.org/ 10.6018/red/46/4

Zapata-Ros, M. (2018). Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave. Obtenido de RED de Hypotheses: El aprendizaje en la Sociedad del Conocimiento: https://search.openedition.org/results?q=Pensamiento+computacional. +Una+tercera+competencia+clave.&s = RED&pf=HO&lang=es&fr=2018

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

Recebido/Submission: 02/11/2022
Aceitação/Acceptance: 05/02/2023

Análisis del estado del arte acerca de la (in)felicidad en las comunidades de desarrollo de software ágil

Eduardo Pérez[1], César Pardo[1], Carlos Orozco[1]

peduardo@unicauca.edu.co; cpardo@unicauca.edu.co; carlosorozco@unicauca.edu.co

[1] Grupo de investigación GTI. Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca, Carrera 2º Calle 15n Esquina Campus Tulcán 19001, Popayán, Colombia.

Pages: 409-421

Resumen: Los enfoques ágiles otorgan mayor importancia a los individuos que conforman las comunidades de software que a los procesos y herramientas. Se podría pensar que el bienestar de los profesionales debería ser uno de los aspectos principales a tener en cuenta en las comunidades de software, de manera que; su calidad de vida y felicidad sea afectada positivamente. Aunque se han propuesto estudios que buscan entender, caracterizar, analizar y cuantificar aspectos relacionados con la felicidad e infelicidad en las comunidades de software ágiles (CSA), todavía existe poca evidencia sobre sus causas, impacto, consecuencias y comprensión. En este sentido, en este artículo se realiza un mapeo sistemático de la literatura (MSL) que permite ayudar a la comprensión de los desafíos, trabajos futuros, brechas, causas y consecuencias de la felicidad e infelicidad en las CSA, identificando 23 estudios primarios, 142 causas y 87 consecuencias relacionadas con felicidad e infelicidad.

Palabras-clave: Felicidad; Infelicidad; Desarrollo Global de Software; Comunidades de Software; Desarrollo de software ágil.

Analysis of the state of the art about (un)happiness in agile software development communities

Abstract: Agile approaches place more importance on the individuals that make up software communities than on processes and tools. It could be thought that the well-being of professionals should be one of the main aspects to be taken into account in software communities, so that; your quality of life and happiness is positively affected. Although studies have been proposed that seek to understand, characterize, analyze and quantify aspects related to happiness and unhappiness in agile software communities (ASC), there is still little evidence on its causes, impact, consequences and understanding. In this sense, in this article a systematic mapping of the literature (SML) is carried out that helps to understand the challenges, future work, gaps, causes and consequences of happiness and unhappiness in ASC, identifying 23 primary studies, 142 causes and 87 consequences related to happiness and unhappiness.

Keywords: Happiness; Unhappiness; Global Software Development; Software Communities; Agile software development.

1. Introducción

La industria de software siempre se ha caracterizado por ser un sector del mercado enfocado en aspectos relacionados principalmente con: procesos, herramientas, modelos, marcos de trabajo, entre otros, los cuales requieren que los profesionales cuenten con altos conocimientos de carácter técnico (en adelante habilidades duras, del inglés hard skills) que permitan cumplir con sus responsabilidades y actividades cumpliendo altos estándares de calidad (Patacsil & Tablatin, 2017). No obstante, con el paso de los años, los aspectos relacionados con las habilidades duras han evolucionado a un grado en el cual, muchas de las tareas y habilidades necesarias para que un profesional pueda desempeñarse de forma idónea de acuerdo con su rol pueden ser: aprendidas, interiorizadas y perfeccionadas a través de procesos de capacitación, certificación o aprendizaje (asistido o autodidacta) (Patacsil & Tablatin, 2017).

Por otro lado, la necesidad que tienen las empresas de entregar soluciones funcionales en intervalos cada vez más cortos de tiempo (Conradi & Fuggetta, 2002), han motivado el surgimiento y desarrollo de lo que actualmente se conocen como enfoques ágiles, los cuales tienen como propósito fundamental potenciar el proceso de desarrollo de software a través de actividades que permitan comprender las necesidades del cliente de manera de manera proactiva, responder de forma rápida a los cambios y realizar entregas que provean valor a los clientes de manera constante (Beck et al., 2001). Como resultado, con el paso de los años, profesionales y empresas han enfocado sus esfuerzos en refinar su proceso de desarrollo mediante la definición de soluciones que se encuentren alineados con el conjunto de principios y valores ágiles.

Por otra parte, aunque las habilidades duras son esenciales, la industria se ha percatado que: "los procesos, tareas y actividades son realizadas o requieren la supervisión de un ser humano que siente, se equivoca, tiene sesgos y muchas veces es subjetivo" (Patacsil & Tablatin, 2017). En este sentido, en la última década se ha observado un creciente interés en la industria de software con relación a conocer e identificar los factores que influyen en el bienestar emocional de los profesionales (Beck et al., 2001), y cómo estos pueden influir en el éxito de los proyectos (Akgün et al., 2011), la calidad de los productos, la interacción con otros miembros del equipo y en ellos mismos (Keyes, 2016). Lo anterior, motivado tras identificar que las decisiones técnicas que se toman en los proyectos y estructuras organizacionales están influenciadas por el grado o nivel de bienestar que tiene una persona en un momento determinado, por lo cual, la connotación social puede cambiar la forma en la que trabajan las personas y como interactúan con otros miembros del equipo (Tamburri et al., 2012; Tamburri, Lago, & Van Vliet, 2013; Tamburri, Lago, & Vliet, 2013). En este sentido, las decisiones técnicas que se toman de forma incorrecta debido a aspectos emocionales pueden impactar a los equipos de trabajo y generar un sobrecosto adicional a los proyectos de software (Tamburri et al., 2015). En particular, el sobrecosto se origina debido a un concepto conocido como "deuda social", causado por la disminución del grado o nivel de bienestar en los miembros de los equipos, que según (Tamburri, Kruchten, et al., 2013); se puede definir como una comunidad de software subóptima.

En general, una comunidad de software subóptima se podría definir como: una comunidad inferior caracterizada por algunas alteraciones en las conductas psicológicas

y con capacidades, habilidades blandas y aptitudes que no alcanzan a ser las deseadas para el éxito de los proyectos software. Por lo tanto, una comunidad de software con deuda social será una comunidad de software subóptima que genera sobrecostos en los proyectos, que a menudo no son identificados de forma inmediata y generalmente su resolución se pospone, ignorando que el costo incrementa a medida que la comunidad subóptima participa en más proyectos (Tamburri, Kruchten, et al., 2013). Como resultado, el costo adicional y los reprocesos ocasionados y relacionados a la deuda social en comunidades de software subóptimas pueden ser equiparables con los de la deuda técnica (Kruchten et al., 2012).

En este sentido, se hace pertinente tratar de comprender, caracterizar y analizar cuáles son los factores que influyen en el éxito de los proyectos software (Tamburri, Kruchten, et al., 2013) desde el punto de vista de la deuda social, considerando aspectos relacionados con el bienestar psicológico y emocional de las personas que participan en los proyectos, los cuales aún carecen de la relevancia que amerita o no son abordados con un mayor nivel de detalle (Besker et al., 2020), probablemente debido a aspectos como: (i) las empresas consideran que las habilidades duras son más importantes para el éxito de los proyectos y/o (ii) las empresas no han institucionalizado estrategias que permitan conocer el grado de bienestar socioemocional de sus trabajadores.

Con el objetivo de identificar los trabajos relacionados, se realizó un mapeo sistemático de la literatura (en adelante MSL) que tuvo por objetivo: identificar, recopilar, clasificar y analizar los trabajos primarios en torno a la felicidad e infelicidad de las comunidades de desarrollo de software ágil. Como resultado, se pudo observar que; aunque el número de artículos primarios identificados es reducido, el interés en esta temática ha crecido considerablemente debido a sus consecuencias en aspectos críticos relacionados con la calidad de vida de los profesionales, así como: su salud física, mental y espiritual. Por otro lado, fue posible observar un alto grado de relación entre el bienestar socioemocional de los profesionales y el grado de éxito o fracaso de los equipos en términos de entregables liberados y costos adicionales en los proyectos (Besker et al., 2020; Buchan et al., 2019; Buchmann & Haki, 2021; Girardi et al., 2018; Huang et al., 2021; Tamburri, Kruchten, et al., 2013).

Por otra parte, el análisis de los artículos primarios permitió identificar y clasificar las diferentes causas y consecuencias relacionadas con la felicidad y la infelicidad en los equipos de desarrollo presentes en la literatura. No obstante, la mayoría de las causas y consecuencias descritas en los estudios son ambiguas o carecen de una definición formal, por lo cual, su interpretación se puede dar desde diferentes perspectivas u opiniones, las cuales pueden ser inciertas, confusas, o en muchos casos ambiguas. Por otro lado, también se observó que gran parte de la literatura se centra en el impacto negativo que conlleva la gestión poco adecuada o inexistente de la deuda social en las comunidades de desarrollo, y que hasta la fecha de realización de este MSL no se evidenciaron estudios enfocados en establecer estrategias y/o mecanismos que permitan conocer y/o medir el grado o porcentaje de felicidad alcanzado en empresas que implementan estructuras organizativas complejas como el trabajo remoto y/o el desarrollo global de software, donde la presencialidad es prácticamente nula (Čavrak & Bosnić, 2018; Tamburri,

Kruchten, et al., 2013). Asimismo, los estudios identificados en la literatura tienden a abordar la felicidad de los profesionales como un medio que permite a las empresas ser mucho más productivas, sin embargo, no profundizan en los elementos necesarios para alcanzarla, gestionarla y/o cuantificarla.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se presenta el protocolo de investigación llevado a cabo para realizar el MSL. La Sección 3 presenta el análisis realizado para dar respuesta a las preguntas de investigación. En la Sección 4 se presenta la discusión de los resultados obtenidos, observaciones, limitaciones del MSL y su importancia para la comunidad científica y la industria. Finalmente, en la Sección 5 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2. Metodología

El MSL es un método que permite identificar, categorizar y analizar el conocimiento existente sobre una temática de investigación específica por medio de la clasificación y conteo de las contribuciones realizadas por diferentes autores (Petersen et al., 2015); el MSL siguió las actividades descritas en (Petersen et al., 2008, 2015): (i) definición de las preguntas de investigación (aplicando el formalismo propuesto por el enfoque Goal-Question-Metric (Basili, 1992)), (ii) definir la estrategia de búsqueda y selección, (iii) conducir la revisión y (iv) reportar el análisis de los resultados obtenidos en el MSL. El proceso que describe las actividades realizadas para la planeación, ejecución y análisis de los resultados se presenta en el siguiente enlace: https://bit.ly/3sRS87L.

2.1. Definición de los objetivos de búsqueda y preguntas de investigación

Con el objetivo de establecer el propósito del MSL y definir los objetivos de investigación, se aplicó el enfoque Goal-Question-Metric (GQM) (Basili & Caldiera, 2000), el cual propone tres niveles fundamentales de abstracción: (i) *nivel conceptual (goal);* en el cual se definieron los objetivos que permitieron establecer e identificar de manera clara el propósito del MSL, (ii) *nivel operativo (question);* que describe las preguntas y su relación con los objetivos de investigación propuestos en el nivel conceptual y permitieron enfocar, caracterizar y estructurar la evaluación de los estudios relacionados con la (in) felicidad en las comunidades de software ágiles y (iii) *nivel cuantitativo (metric);* el cual propone establecer un conjunto de métricas que permitan evaluar aspectos específicos a un proyecto, sin embargo, debido al alcance propuesto para el MSL, estas se desarrollarán en trabajos futuros. Como resultado de aplicar el enfoque QGM, se definieron dos (2) objetivos de búsqueda (OB). En la Tabla 1 se presentan los objetivos de búsqueda que resultaron luego de aplicar GQM.

Id	Descripción
OB1	Identificar las principales tendencias de investigación, trabajos en curso y trabajos futuros relacionados con la deuda social en el desarrollo de proyectos de software ágil desde la perspectiva de la felicidad o infelicidad en las comunidades.
OB2	Identificar el estado de desarrollo de las propuestas en cuanto a los resultados obtenidos.

Tabla 1 – Objetivos de búsqueda

Con base en los objetivos de búsqueda, se definieron tres (3) preguntas de investigación (PI). Con las PI se buscó segmentar y categorizar la información más relevante sobre la (in)felicidad en las comunidades de software ágiles. En la Tabla 2 se presenta el detalle de cada PI, motivación y objetivo relacionado.

Id	Pregunta	Motivación	OB
P1	¿Cuáles son las causas de la felicidad o infelicidad que generan deuda social en el desarrollo de software ágil?	Identificar las causas de la felicidad o infelicidad expuestas en la literatura relacionadas con la generación de deuda social.	OB1
P2	¿Cómo la felicidad o infelicidad impacta en el desarrollo de software ágil?	Determinar de qué manera el desarrollo de software ágil se ve afectado por la felicidad o infelicidad de los equipos de trabajo.	OB1
P3	¿Cuáles son los desafíos/ trabajos futuros propuestos en los estudios analizados?	Identificar las posibles líneas de trabajo futuras y los desafíos que presentan los estudios analizados.	OB2

Tabla 2 – Preguntas de investigación

2.2. Estrategia de búsqueda

El proceso de búsqueda se llevó a cabo ejecutando las siguientes actividades: (i) la combinación de términos o palabras clave relacionados con el tema de investigación a través de una lectura y revisión previa de documentación proporcionada por expertos sobre la (in)felicidad en las comunidades de software ágiles, y (ii) la combinación de conectores lógicos "AND" y "OR". Como resultado, se obtuvo la siguiente cadena de búsqueda básica: ("agile software development **OR** "agile development" **OR** "agile approach" **OR** "agile project") **AND** "debt" **AND** (unhappiness **OR** happiness). Además, se consideraron todos los estudios contenidos en la franja comprendida entre el año 2013 (en el cual se definió por primera vez el concepto de deuda social (Tamburri, Kruchten, et al., 2013)) y el año 2022. La búsqueda se realizó tras ejecutar la cadena de búsqueda en los siguientes motores de búsqueda: IEEE Xplore, SpringerLink, Scopus, Google Scholar, Science Direct y Web Of Science. No obstante, cada motor de búsqueda cuenta con parametrizaciones y configuraciones únicas, por lo cual, la cadena tuvo que ser adaptada para cumplir con los criterios y condiciones permitidos en cada base de datos (ver el siguiente enlace: https://bit.ly/3zGN8X9). Finalmente, se incluyeron los artículos identificados como resultado del análisis de la literatura gris (también conocida como literatura no convencional, semi-publicada, invisible, menor o informal) proporcionada por expertos en el tema de investigación.

2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios identificados después de ejecutar la cadena de búsqueda fueron analizados de acuerdo con los siguientes parámetros: (i) su título, (ii) resumen (abstract), (iii) palabras clave (keywords), (iv) introducción y (v) conclusiones. Los artículos resultantes después de aplicar los parámetros descritos en el apartado anterior fueron considerados *estudios relevantes*. Posteriormente, los artículos relevantes fueron sometidos una evaluación para verificar que cumplen con los criterios de inclusión (CI) descritos en la Tabla 3.

Id	Criterio de inclusión
CI1	Artículos en inglés que se refieran a la deuda social en el desarrollo de proyectos de software ágil desde una perspectiva socioemocional de los profesionales de software.
CI2	Artículos completos publicados entre 2013 y 2022 en revistas, conferencias, congresos o talleres de prestigio con revisión por pares.
CI3	Artículos cuyo tema principal sea la in(felicidad) en comunidades y proyectos de desarrollo de software ágil.
CI4	Artículos que traten temas relacionados con la deuda técnica.
CI5	Artículos que hayan sido publicados en revistas, congresos o conferencias de prestigio con revisión por pares.

Tabla 3 – Criterios de inclusión

Después de aplicar los CI, se aplicaron los criterios de exclusión (CE) presentados en la Tabla 4. Los estudios que cumplieran al menos con uno de los CE fueron descartados. Finalmente, los estudios que no cumplieron ningún criterio de exclusión fueron considerados *artículos primarios*.

Id	Criterio de exclusión
CE1	Artículos duplicados (considerando solo el más completo y reciente que se logre evidenciar).
CE2	Artículos donde se aborde superficialmente el tema de investigación.
CE3	Artículos donde no se aborden problemas relacionados con la in(felicidad) en comunidades y proyectos de desarrollo de software ágil.
CE4	Artículos de tipo debate o disponibles solo en forma de presentaciones o resumen.
CE5	Artículos que sean libros o capítulos de libros.
CE6	Artículos con acceso restringido.

Tabla 4 – Criterios de Exclusión

2.4. Estrategia de extracción de datos

Para facilitar el proceso de clasificación de la información, se definió una plantilla de resumen que representa la información de interés al momento de revisar los estudios. La ficha de resumen se presenta en el siguiente enlace: https://bit.ly/3BiiUKd.

2.5. Etapa de ejecución

Para realizar la búsqueda, se realizaron seis (6) iteraciones, una iteración por cada una de las bases de datos utilizadas para la búsqueda: IEEEXplore, SpringerLink, Scopus, Google Scholar, Science Direct y Web Of Science, además de la literatura gris. En el enlace https://bit.ly/3xsPIPH se presenta la cadena adaptada a cada uno de los

buscadores. En el enlace https://bit.ly/3Nxcdtq, se presenta el detalle con el total de estudios encontrados, estudios relevantes y estudios primarios seleccionados.

3. Análisis de los resultados

Después de ejecutar la cadena de búsqueda, se obtuvo un total de 23 artículos primarios. En el siguiente enlace https://bit.ly/3RQyV15 se presenta el resumen de los artículos de acuerdo con: (i) su identificador único que es utilizado en el resto del documento, (ii) nombre, (iii) número de citas (NC), (iv) año de publicación y (v) referencia. El compendio de artículos permite establecer un panorama general en torno a la definición de soluciones que tratan la (in)felicidad de los equipos en el desarrollo de software ágil. A continuación, se presenta el análisis realizado para dar respuesta a cada una de las PI, los resultados están referenciados para facilitar el estudio de la temática a otros autores interesados. Debido a limitaciones de espacio, la tabla que presenta la relación entre los artículos y las preguntas de investigación se puede consultar en el siguiente enlace: https://bit.ly/3LmpeVO.

3.1. P1: ¿Cuáles son las causas de la felicidad o infelicidad que generan deuda social en el desarrollo de software ágil?

En general, fue posible observar que los proyectos de software enfrentan distintas problemáticas que producen deuda social como consecuencia de la disminución del bienestar físico, emocional y espiritual de los trabajadores. Con el objetivo de establecer una clasificación que permita comprender la naturaleza de cada una de las causas identificadas en la literatura, se definieron tres (3) tipos de posibles causas y consecuencias en torno a la deuda social, las cuales se presentan en el siguiente enlace: https://bit.ly/3WqlWps.

En total, se identificaron 61 causas que permiten potenciar y fomentar el bienestar en los equipos de trabajo, y por ende, generar felicidad; en este sentido, se observó que: (i) 45 causas (73.77%) están relacionadas con aspectos sociales que impactan de manera positiva en el rendimiento y capacidad de los miembros del equipo, lo cual resulta en una mayor resiliencia y moral en los profesionales, generando un ambiente de trabajo colaborativo, asertivo y de apoyo mutuo; (ii) 16 causas (26.23%) están relacionadas a aspectos procedimentales que son consecuencia de la presencia de procesos claramente definidos que permiten establecer ambientes de trabajo cómodos para los miembros del equipo; finalmente, (iii) no se identificaron causas relacionadas con aspectos técnicos. Por otro lado, se identificó un total de 81 causas que están directamente relacionadas con la infelicidad en los miembros de los equipos que participan en la comunidad de software. En general, se observó que 48 causas (57.83%) están relacionadas con aspectos sociales, 29 causas (34.93%) están relacionadas con aspectos procedimentales y 6 causas (7.22%) están relacionadas con aspectos técnicos.

En la Tabla 5 y en la Tabla 6 se presenta un extracto de algunas de las causas de felicidad e infelicidad identificadas en los resultados reportados en la literatura. Debido a limitaciones de espacio, el detalle con todas las causas se puede consultar en los siguientes enlaces: https://bit.ly/3LFJtvX y https://bit.ly/3lCL7E3.

No	Causa	n	Ref	Tipo
1	Satisfacción alta	1	S21	Social
2	Motivación alta	2	S6, S21	Social
3	Sensación de progreso	2	S21	Social
4	Reconocimiento	2	S18, s21	Social
5	Buenas relaciones interpersonales	3	S14, s18, s21	Social
6	Trabajo en equipo	2	S20, S21	Social
7	Ayuda mutua	2	S17, S21	Social
8	Orgullo como resultado de mejoras continuas en el software	1	S21	Social

Tabla 5 – Resumen de causas de felicidad de acuerdo con el tipo de causa

No	Causa	n	Ref	Tipo
62	Deuda Técnica (Incomodidad frente a la deuda técnica, frustración frente a la deuda técnica, Ser consciente de la deuda técnica).	4	S8, S21	Técnico
63	Falta de progreso (Sentimiento de estancamiento, Sensación de poco aporte o contribución).	3	S5, S10, S21	Procedimental
64	Código heredado.	1	S21	Procedimental
65	Falta de habilidades de comunicación (Mala comunicación, comunicación poco efectiva, comunicación asíncrona).	4	S16, S18, S8, S4	Social
66	Construir funcionalidades o productos que no se requieren.	1	S8	Técnico
67	Mala gestión del product backlog.	1	S8	Procedimental
68	Retrabajo.	1	S8	Procedimental
69	Trabajar en muchas funcionalidades al mismo tiempo.	1	S8	Procedimental

Tabla 6 – Resumen de causas de infelicidad de acuerdo con el tipo de causa

Adicionalmente, el análisis de los resultados permitió observar que se han llevado a cabo iniciativas con relación a la definición de algunas de las causas que producen infelicidad en los miembros de los equipos de software. En el siguiente enlace https://bit.ly/3RTMCfB se presentan las definiciones identificadas de acuerdo con: (i) su causa, (ii) definición y (iii) artículos relacionados.

3.2. P2: ¿Cómo la felicidad o infelicidad impacta en el desarrollo de software?

Para llevar a cabo el análisis de las consecuencias de la felicidad e infelicidad en los equipos de trabajo, se tuvieron en cuenta los mismos tipos de causas y consecuencias utilizados en la sección 3.1. De acuerdo con los resultados, se identificó un total de 29

consecuencias que producen felicidad en los miembros de los equipos, de las cuales: (i) 22 (75.86%) están relacionadas con aspectos sociales, (ii) 5 consecuencias (17.24%) están relacionadas a aspectos procedimentales y (iii) 2 consecuencias (6.89%) están relacionadas con aspectos técnicos. En los enlaces https://bit.ly/3WxiV70 y https://bit.ly/3fuOSfr, se presenta el detalle de las consecuencias identificadas en la literatura.

En general, se observó que la infelicidad es muy nociva para los proyectos y genera consecuencias en términos de alcance, tiempo, sobreesfuerzos e incumplimiento de las metas propuestas por los equipos de trabajo. En particular, las consecuencias reportadas en la literatura están relacionadas con diferentes factores, así como: (i) conflictos personales que bajan la moral de los miembros del equipo, (ii) poco o nulo desarrollo de las habilidades blandas necesarias para ejercer un rol específico en el contexto de la ingeniería de software, (iii) procesos desorganizados y poco estructurados que producen inconformidad en los miembros del equipo y/o (iv) poca claridad en los objetivos, metas y propósitos establecidos por las empresas.

Por otro lado, uno de los aspectos más interesantes que se identificó a partir del análisis de los resultados fue que, si bien la felicidad de los equipos parece no estar directamente relacionada con las habilidades duras, la infelicidad si trae consecuencias de fondo en el aspecto técnico de las soluciones llevadas a cabo por los proyectos. En particular, los resultados muestran que los profesionales infelices tienden a ignorar u omitir de forma deliberada o intencional el uso de buenas prácticas y/o patrones debido a una falta de interés en los procesos, proyectos y objetivos de la organización. Como resultado, los proyectos se ven afectados en aspectos no funcionales, por ejemplo: la mantenibilidad, escalabilidad, rendimiento, seguridad, entre otros.

3.3. P3: ¿Cuáles son los desafíos/trabajos futuros propuestos en los estudios analizados?

Como resultado del proceso de investigación, se identificaron diferentes desafíos y vías de trabajo relacionados con extender los conceptos y definiciones en torno a la deuda social, tales como: (i) la felicidad, (ii) infelicidad, (iii) motivación y el (iv) bienestar. De acuerdo con lo anterior, se hace pertinente establecer estrategias que permitan homogeneizar el conocimiento en torno a la deuda social con el objetivo de eliminar las ambigüedades presentes en la literatura, formalizar los conceptos en torno a esta temática y establecer un lenguaje común que permita estandarizar las definiciones propuestas por diferentes autores. En el enlace https://bit.ly/3NuYHXk se presentan los desafíos y trabajos futuros propuestos en los estudios primarios.

4. Discusión

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes identificados como resultado del análisis de los resultados obtenidos después de aplicar el MSL.

4.1. Observaciones principales

Inicialmente, el MSL permitió identificar que la felicidad e infelicidad dentro del contexto de la deuda social es un tema de alto impacto que poco a poco se ha convertido

en un foco de interés para la comunidad científica y la industria. No obstante, aún se observa una fuerte tendencia hacia el estudio de la deuda social como un subconjunto de la deuda técnica, lo cual puede estar motivado por diferentes factores, así como: (i) la percepción sesgada de las empresas a pensar que las habilidades duras son el único factor que determina la calidad de los profesionales o (ii) la falta de estrategias, políticas y/o mecanismos que permitan identificar, caracterizar, medir y gestionar el grado de bienestar de los profesionales que conforman los proyectos de software.

Por otro lado, las contribuciones identificadas en la literatura se centran en conocer las causas y consecuencias relacionadas con la felicidad e infelicidad en los equipos de desarrollo. Sin embargo, si bien se logró identificar un número significativo de causas (142 en total) y consecuencias (87 en total) tanto de la felicidad como de la infelicidad en las comunidades de desarrollo software, solo 11 cuentan con definiciones formales. En este sentido, se hace necesario realizar estudios y análisis más exhaustivos que permitan comprender, caracterizar y documentar el conocimiento en torno a estas causas y consecuencias.

Con relación a los dominios de aplicación, se observó como la infelicidad impacta de manera directa aspectos asociados con el aumento de la deuda técnica y degradación paulatina de las soluciones propuestas por el equipo de trabajo durante la etapa de desarrollo. No obstante, es necesario realizar estudios adicionales que permitan determinar el impacto de la infelicidad en otros aspectos críticos durante el ciclo de vida de los proyectos, así como: el diseño, la elicitación de requisitos, las pruebas, entre otros. Asimismo, los estudios reportados en el MSL no mencionan los efectos que tiene la felicidad y/o infelicidad en entornos de trabajo separados geográficamente (remotos), en los cuales existen diferencias de: zonas horarias, idiomas, costumbres, entre otros.

En general, las actividades presentes durante el ciclo de vida del desarrollo de software presentan una serie de desafíos tanto a nivel técnico como socioemocional. Sin embargo, los resultados reportados indican que el éxito o fracaso de los proyectos tiene un grado alto de relación con el grado de madurez que tienen los profesionales en aspectos relacionados con las habilidades blandas, quienes en la mayoría de los casos dedican gran parte de sus esfuerzos en potenciar sus habilidades duras, dejando de lado aspectos relacionados con las habilidades blandas (Matturro et al., 2019). En este sentido, se puede concluir que uno de los aspectos que favorece el surgimiento de infelicidad en las comunidades de software podría estar relacionado en cómo los profesionales carecen, parcial o totalmente, de una o varias habilidades blandas.

De acuerdo con lo anterior, cuantificar y estimar el costo de la infelicidad a partir de un conjunto de causas y métricas claramente definidas, proporcionaría a la industria de software mecanismos con los cuales tener mucho más claro cómo mitigar, contener y/o gestionar riesgos y amenazas de forma preventiva, y de esta manera reducir el costo de la deuda social como detonante de otro tipo de deudas como la técnica y de procesos.

4.2. Limitaciones del mapeo sistemático

Una de las principales limitaciones presentadas en este mapeo sistemático viene de los motores de búsqueda empleados, los cuales no permitieron recolectar un abanico de

contribuciones más amplio. Por otra parte, se incluyeron contribuciones únicamente en idioma inglés, lo cual puede ocasionar que ciertos estudios relevantes escritos en otro idioma no se hayan tenido en cuenta.

4.3. Trascendencia para la investigación y la práctica

El MSL arrojó resultados relevantes para aquellos que deseen conocer el aspecto social presente en la felicidad y/o infelicidad en las comunidades de desarrollo software ágil. El objetivo principal de abordar esta área de investigación fue resaltar la importancia que tienen los miembros dentro de las comunidades de software, no sólo desde una perspectiva técnica, sino también desde una perspectiva humana, considerando aspectos como la motivación, la moral, el bienestar y el estado socioemocional de los miembros de las comunidades de software. Aquellos que investiguen esta área podrán proponer soluciones como metodologías, procesos, modelos o herramientas que ayuden a mitigar consecuencias sociales negativas como la infelicidad y que potencien los cambios positivos como la felicidad en los profesionales de software y, potenciando el éxito y disminución de los costos asociados en el desarrollo de los proyectos.

4. Conclusiones y trabajo futuro

Como resultado del proceso de investigación llevado a cabo para realizar el MSL, se logró identificar, recopilar, categorizar y analizar la información relacionada con las causas y consecuencias de la felicidad e infelicidad en los equipos de desarrollo. En general, se observó un interés creciente en torno a la deuda social en los últimos años, sin embargo, aunque se logra evidenciar que, aspectos como la moral, la motivación y el bienestar socioemocional de los profesionales son temas con un grado alto de importancia, no han sido abordados con un nivel de detalle suficientemente riguroso cuando se compara con la deuda técnica. No obstante, lo anterior no desmerita el interés en la temática en los últimos años, al contrario, establece la oportunidad de realizar trabajos innovadores que aporten nuevo conocimiento en torno a la deuda social, específicamente desde el punto de vista de la felicidad e infelicidad.

Con relación a los artículos analizados, se encontraron diferentes causas y consecuencias relacionadas con la felicidad e infelicidad de los equipos de software, sin embargo, estas carecen de una conceptualización formal y más profunda. Asimismo, los esfuerzos se han enfocado en tratar de identificar, comprender y clasificar las diferentes causas y efectos de la felicidad e infelicidad, pero no se identificaron estudios cuya propuesta se enfoque en gestionar, medir, mitigar o solucionar las problemáticas causadas por la infelicidad en los equipos de trabajo.

Finalmente, la información y resultados recopilados en el MSL abren posibles brechas de trabajo futuro, entre las cuales se encuentran: (i) profundizar y brindar una conceptualización más profunda en cuanto a las causas y consecuencias de la felicidad e infelicidad que generan deuda social en las comunidades de desarrollo de software y (ii) Proponer metodologías o aproximaciones que permitan buscar la prevención y/o mitigación de la infelicidad dentro de las comunidades de software.

Referencias

Akgün, A. E., Keskin, H., Byrne, J. C., & Gunsel, A. (2011). Antecedents and results of emotional capability in software development project teams. *Journal of Product Innovation Management*, *28*(6), 957–973. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00845.x

Basili, V. R. (1992). Software modeling and measurement: the Goal/Question/Metric paradigm. In *Quality* (p. 24).

Basili, V. R., & Caldiera, G. (2000). The Goal Question Metric Paradigm. *Encyclopedia of Software Engineering - 2 Volume Set*, *2*, 528–532.

Beck, K., Beedle, M., & Bennekum, a Van. (2001). Principles behind the agile manifesto. *Retrieved*, 2–3.

Besker, T., Ghanbari, H., Martini, A., & Bosch, J. (2020). The influence of Technical Debt on software developer morale. *Journal of Systems and Software*, *167*. https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110586

Buchan, J., MacDonell, S. G., & Yang, J. (2019). Effective team onboarding in Agile software development: Techniques and goals. *International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, *2019-Septemer*. https://doi.org/10.1109/ESEM.2019.8870189

Buchmann, L., & Haki, K. (2021). Digital Nudging for Technical Debt Management: Insights from a Technology-driven Organization. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences*. https://doi.org/10.24251/hicss.2021.498

Čavrak, I., & Bosnić, I. (2018). Team resilience in distributed student projects. *Proceedings - International Conference on Software Engineering*. https://doi.org/10.1145/3196369.3196370

Conradi, R., & Fuggetta, A. (2002). Improving software process improvement. *IEEE Software*, *19*(4), 92–99. https://doi.org/10.1109/MS.2002.1020295

Girardi, D., Lanubile, F., Novielli, N., & Fucci, D. (2018). Sensing developers' emotions: The design of a replicated experiment. *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 51–54. https://doi.org/10.1145/3194932.3194940

Huang, Z., Shao, Z., Fan, G., Gao, J., Zhou, Z., Yang, K., & Yang, X. (2021). *Predicting Community Smells' Occurrence on Individual Developers by Sentiments*. http://arxiv.org/abs/2103.07090

Keyes, J. (2016). Social Software Engineering. *Social Software Engineering*, 481. https://doi.org/10.1201/b11252

Kruchten, P., Nord, R. L., & Ozkaya, I. (2012). Technical debt: From metaphor to theory and practice. *IEEE Software*, *29*(6), 18–21. https://doi.org/10.1109/MS.2012.167

Matturro, G., Raschetti, F., & Fontán, C. (2019). A systematic mapping study on soft skills in software engineering. *Journal of Universal Computer Science*, *25*(1), 16–41. https://doi.org/10.3217/jucs-025-01-0016

Patacsil, F. F., & Tablatin, C. L. S. (2017). Exploring the importance of soft and hard skills as perceived by it internship students and industry: A gap analysis. *Journal of Technology and Science Education*, *7*(3), 347–368. https://doi.org/10.3926/jotse.271

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE 2008*, 1–10. https://doi.org/10.14236/ewic/ease2008.8

Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, *64*, 1–18. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007

Tamburri, D. A., Kruchten, P., Lago, P., & van Vliet, H. (2013). What is social debt in software engineering? *2013 6th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE 2013 - Proceedings*, 93–96. https://doi.org/10.1109/CHASE.2013.6614739

Tamburri, D. A., Kruchten, P., Lago, P., & Vliet, H. van. (2015). Social debt in software engineering: insights from industry. *Journal of Internet Services and Applications*, *6*(1). https://doi.org/10.1186/s13174-015-0024-6

Tamburri, D. A., Lago, P., & Van Vliet, H. (2013). Uncovering latent social communities in software development. *IEEE Software*, *30*(1), 29–36. https://doi.org/10.1109/MS.2012.170

Tamburri, D. A., Lago, P., Van Vliet, H., & Di Nitto, E. (2012). On the nature of GSE organizational social structures: An empirical study. *Proceedings - 2012 IEEE 7th International Conference on Global Software Engineering, ICGSE 2012*, 114–123. https://doi.org/10.1109/ICGSE.2012.25

Tamburri, D. A., Lago, P., & Vliet, H. Van. (2013). Organizational social structures for software engineering. *ACM Computing Surveys*, *46*(1). https://doi.org/10.1145/2522968.2522971

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

Recebido/Submission: 03/12/2022
Aceitação/Acceptance: 09/03/2023

Uso de plataformas digitales para la prestación de servicios tributarios. Caso Núcleos de Apoyo Contable y Fiscal

Yaguache Aguilar María Fernanda[1], Mariuxi Pardo-Cueva[2], Kleber Xavier Tenesaca-Martínez[3]

mfyaguache@utpl.edu.ec; mcpardo@utpl.edu.ec; kxtenesa@utpl.edu.ec

[1] Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto, 1101608, Loja, Ecuador. ORCID: 0000-0002-8005-3369

[2] Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto, 1101608, Loja, Ecuador. ORCID: 0000-0003-3769-2242.

[3] Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto, 1101608, Loja, Ecuador. ORCID: 0000-0003-3859-5663

Pages: 422-433

Resumen: La plataforma digital implementada por el Servicio de Rentas Internas de Ecuador tiene una interfaz muy versátil que facilita el cumplimiento de deberes formales de los contribuyentes, la gestión de trámites en línea y permite a la Administración Tributaria la gestión, control y verificación de que la información presentada en las declaraciones sea veraz y oportuna. La investigación tuvo como finalidad analizar el uso de la plataforma digital de Administración Tributaria empleada por los estudiantes de la carrera de contabilidad y Auditoría de la UTPL, en la prestación de servicios tributarios a los contribuyentes. El estudio fue de tipo no experimental descriptivo, con enfoque mixto, con una población de estudio de 1377 contribuyentes. Entre los principales resultados se observó que se atendió a los contribuyentes con una frecuencia media de 48,29 para el año 2021 y de 301,71 para el año 2022, los contribuyentes calificaron que la madurez de la plataforma digital tiene un nivel avanzado y aplicó prácticas persuasivas efectivas en los contribuyentes; por otro lado, consideraron como excelente la atención brindada por los NAF con una correlación positiva entre estudiantes, contribuyentes atendidos y servicios demandados.

Palabras-clave: contabilidad y auditoría; NAF; plataformas digitales; servicios tributarios.

Use of digital platforms for the provision of tax services. Accounting and Tax Support Nuclei Case

Abstract: The digital platform implemented by the Internal Revenue Service of Ecuador has a very versatile interface that facilitates the fulfillment of formal duties by taxpayers, and the management of online procedures and allows the Tax

Administration to manage, control, and verify that the information presented in the declarations is truthful and timely. The purpose of the research was to analyze the use of the Tax Administration digital platform used by the students of the Accounting and Auditing career at UTPL, in the provision of tax services to taxpayers. The study was non-experimental descriptive, with a mixed approach, with a study population of 1,377 taxpayers. Among the main results, it was observed that taxpayers were served with an average frequency of 48.29 for the year 2021 and 301.71 for the year 2022, the taxpayers qualified that the maturity of the digital platform has an advanced level and applied effective persuasive practices on taxpayers; On the other hand, they considered the service provided by the NAF as excellent, with a positive correlation between students, taxpayers served and services demanded.

Keywords: accounting and auditing; NAF; digital platforms, tax services.

1. Introducción

En la mayoría de países, el desarrollo de la tecnología digital está transformando sus procesos, la forma de organizarse e incluso la fiscalización e intervención de control (Reyes et al., 2021). Las instituciones públicas y privadas han tenido que ajustarse a escenarios más competitivos y que incluye el uso de tecnología y prestación de servicios en línea. Las instituciones públicas y de educación superior no fueron la excepción; puesto que, tuvieron que apoyarse a las tecnologías de información y comunicación para dar continuidad a los servicios prestados, mediado por el uso de aplicaciones basadas en Internet, aplicaciones móviles, redes sociales y uso de varias plataformas tecnológicas (Chandra y Bagd, 2021).

En este sentido, en las Instituciones de Educación Superior (IES), el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se ha generalizado y su aplicación ha favorecido el desarrollo de una enseñanza más personalizada, ha mejorado la inclusión, el acceso a los contenidos, entre otros aspectos (Cabero & Martínez, 2019). Por lo tanto, para lograr este cometido fue necesario que los profesores se capaciten en estrategias metodológicas, diseño de tareas didácticas adecuadas y en el uso de herramientas digitales (Hernández, 2017; Nieto & Marquès, 2015).

Por otro lado, para transparentar los gobiernos electrónicos a nivel mundial, las Naciones Unidas ha establecido el Índice de Desarrollo de Gobierno Electrónico (EGDI) medición que aplica cada dos años a los 193 países asociados bajo los criterios de: servicios en línea, infraestructura de telecomunicaciones y capital humano. Para el año 2018 Ecuador ocupa el puesto 84 con un índice de 0.613 a nivel mundial y regional, que en desglose sobre la conectividad refleja un índice de 0,37, para la política digital un 0,55 e identidad digital 0.70 y e-gobernance 0,78. Asimismo, de acuerdo a la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública. (2004) alcanza un índice del 0.97 sobre la gestión del poder ejecutivo a través de sus portales web institucionales (Art. 7).

Asimismo, la digitalización de las Administraciones Tributarias de los países, han tenido que ajustar la prestación de servicio en línea para mejorar su eficiencia y eficacia en la recaudación de impuestos y simplificar así el proceso de cumplimiento y pago de las obligaciones de los contribuyentes, y por otra parte disminuir costos, combatir la corrupción y generar transparencia en sus operaciones (Reyes et al.,2021). Los

sistemas modernos de gestión tributaria han obligado a los contribuyentes a utilizar sus plataformas digitales a través de los servicios que dispone en el internet (Jarrin et al., 2017), incluso por el uso de las plataformas digitales que se están utilizando en la actualidad, se han establecido derechos y obligaciones de los contribuyentes frente a la Administración Tributaria (AT) y que tiene que ver con la telemática (Delgado, 2014).

Bajo este escenario, en los países en desarrollo existen una debilidad de la estructura tributaria debido a la ausencia de una ciudadanía fiscal, falta de valores éticos y morales que ponen en riesgo la disponibilidad de recursos para cubrir las demandas sociales de educación, salud, seguridad, justicia e infraestructura (Gaona et al., 2009). Cuando la política fiscal es muy cambiante, se incrementa el desconocimiento sobre los impuestos y sus obligaciones, disminuyendo el interés sobre el cumplimiento y pago (Mendieta et al., 2021). Además, en el proceso de familiarización de los contribuyentes con la interfaz, la verificación del cumplimiento de las obligaciones y la estrategia de cumplimiento tributario ha permitido a las Administraciones tributarias evaluar el nivel de madurez digital de sus plataformas (Reyes et al, 2021).

En Ecuador, la administración tributaria está a cargo del Servicios de Rentas Internas (SRI), que se ha convertido en la institución pública líder en innovación y crecimiento, desde su creación en el año de 1998, ha demostrado capacidad en aspectos como recurso humano, cobertura de servicios, infraestructura tecnológica, entre otros. En la actualidad el SRI es un referente tecnológico para distintas entidades públicas y privadas, este reconocimiento se ha logrado en base a una adopción progresiva de metodologías, estándares y buenas prácticas de tecnologías de información especialmente en su plataforma.

Para apoyar a la ciudadanía en vulnerabilidad en temas de asesoría tributaria, las Instituciones de Educación Superior en convenio con el Servicio de Rentas Internas (SRI) de Ecuador, crean los Núcleos de Apoyo Contable y Fiscal (NAF) que son centros de información tributaria y contable, donde los estudiantes de carreras administrativas y contables brindan atención gratuita a las personas naturales no obligadas a llevar contabilidad y microempresarios bajo la supervisión de docentes universitarios (SRI,2022). Se ha seleccionado este tipo de contribuyentes para la atención de los NAF por el desconocimiento en temas tributarios, falta de capacitación, edad avanzada y formación académica básica y que influyen en el cumplimiento de sus obligaciones tributarias a tiempo lo cual los hace acreedores de multas y sanciones.

Para la prestación de estos servicios, los estudiantes hacen uso de la plataforma digital que dispone el SRI como organismo de control tributario, la misma que contiene una interfaz amigable en cada uno de sus servicios en línea y disponible en https://srienlinea.sri.gob.ec/sri-en-linea/inicio/NAT. En la plataforma del SRI, constan varios servicios a ser utilizados por los contribuyentes en el cumplimiento de sus obligaciones; en algunos casos para su ingreso se requieren de un usuario y contraseña, en otros casos corresponden a consultas públicas de acceso directo, con lo cual el contribuyente ahorra tiempo y dinero.

Por otro lado, es importante destacar que entre los servicios que brindan los estudiantes a la comunidad empleando la plataforma digital del SRI son: inscripción, actualización y suspensión del RUC, exoneración del impuesto anual a la propiedad de vehículos

motorizados, impuesto ambiental a la contaminación vehicular, devolución de IVA a personas de la tercera edad y otras declaraciones de impuestos en general.

Con estos antecedentes, el objetivo de la investigación tuvo como finalidad analizar el uso de las plataformas digitales empleadas por estudiantes de la carrera de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) para la prestación de servicios tributarios en una ciudad del Ecuador como es Loja y ubicada al sur del país.

La investigación nace de un proyecto de vinculación, a partir de la firma del convenio de cooperación entre el SRI y la UTPL, convenio suscrito desde el año 2015 y que es renovado cada 5 años, siendo su última renovación en el año 2020. Con lo cual habilita a la academia específicamente para el campo de la profesión contable, a formar parte de la gran familia NAF instituida a nivel país y América Latina, donde los estudiantes fortalecen sus conocimientos en el ámbito fiscal y desarrollan sus habilidades para gestionar la información de los contribuyentes de manera adecuada; sin embargo, se requiere de responsabilidad y compromiso para brindar un servicio de calidad, siendo el principal interés la capacitación constante y actualización en la legislación fiscal del país.

2. Metodología

Los integrantes que participaron en el grupo Núcleo de Apoyo Contables y Fiscal (NAF) fueron 40 estudiantes de sexto ciclo académico de la asignatura Prácticum 3.1 de modalidad presencial y dos docentes de la carrera de Contabilidad y Auditoría de la UTPL, desde el SRI se contó con la participación de un funcionario, quien fue el encargado de la capacitación al grupo NAF y a quién se reporta trimestralmente los resultados a través de una matriz debidamente parametrizada.

El método de investigación empleado fue no experimental de tipo descriptivo con enfoque mixto. La población de estudio fueron los 1377 contribuyentes que recibieron los servicios tributarios en los años 2021 y 2022 por parte de los estudiantes universitarios haciendo uso de la plataforma digital del SRI.

Se debe mencionar que para la ejecución de la propuesta y organización entre las partes involucradas en este caso: NAF, SRI y contribuyentes, se siguió un proceso debidamente socializado y que consta de cuatro fases, tal como se describe en la figura 1.

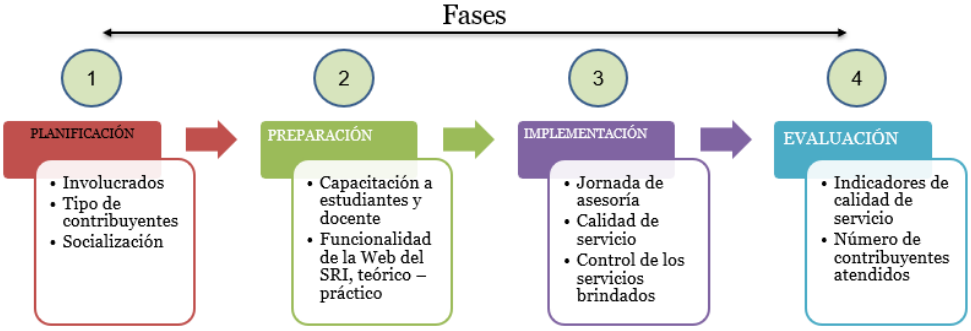


Figura 1 – Adaptado de Yaguache et al. (2018). Fases del proyecto de vinculación.

Fase de planificación. – Se identifica el grupo de estudiantes que formarán parte de la capacitación, en este caso los estudiantes que cursan el Prácticum 3.1 de modalidad presencial. A este grupo se socializa los tipos de contribuyentes a quienes van a dirigir su servicio de asesoría tributaria y desde la AT, se diseña el plan de capacitación sobre los principales servicios en línea que demandan los contribuyentes.

Fase de preparación. – En los primeros 15 día del ciclo académico los estudiantes que van a brindar la asesoría a los contribuyentes inician un proceso de capacitación sobre el manejo y funcionalidad de la plataforma del Servicio de Rentas Internas el cual involucra contenido teórico y práctico. Los estudiantes rinden una prueba pre y post del plan de capacitación.

Fase de implementación. – Se organizan las jornadas de asesoría de cada uno de los involucrados en la isla NAF con la finalidad de brindar asesoría permanente a los contribuyentes – personas naturales no obligadas a llevar contabilidad. Los estudiantes llevan el registro diario de la asesoría brindada durante el periodo de involucramiento. Para inquietudes y dudas que mantengan sobre algún caso tributario, disponen del acompañamiento de un funcionario del SRI y de su tutor.

Una vez identificado el proceso, se da cumplimiento al mismo; para ello se definen los roles de los estudiantes que son identificados como NAF – UTPL, quienes brindan atención a los contribuyentes a través de la página web del Servicio de Rentas Internas atención que es brindada ya sea de forma física o virtual (consulta vía correo electrónico o llamada telefónica).

Fase de evaluación. - El funcionario del SRI califica un porcentaje de aprobación del componente, el cual involucra: servicio prestado, calidad del servicio, asistencia puntual y cumplimiento en el número de horas asignadas. A nivel académico el estudiante socializa su experiencia sobre los servicios brindados para sus compañeros e instituciones involucradas.

Por otro lado, para el análisis de la madurez de la plataforma digital de la Administración Tributaria, se aplicó una entrevista a los contribuyentes atendidos por el NAF y que contenía preguntas abiertas sobre el entorno digital del SRI.

3. Análisis y discusión de resultados

Los resultados se procesaron a partir de la gestión de servicios tributarios que hacen los NAF en beneficio de las personas naturales no obligadas a llevar contabilidad para los años 2021 y 2022.

En primera instancia se hace referencia al número de contribuyentes que fueron atendidos por los estudiantes NAF.

Año	Estudiantes	Oficina NAF	%
2021	16	662	48,08
2022	24	715	51,92
Total	**40**	**1377**	**100**

Tabla 1 – Número de contribuyentes atendidos

En la tabla 1 se evidencia que, los estudiantes del NAF apoyaron con la gestión de servicios en línea de 1377 contribuyentes de la ciudad de Loja en las oficinas de asesoría tributaria. Se puDO apreciar un crecimiento progresivo tanto en el involucramiento de los estudiantes como en la asistencia de contribuyentes a los servicios que brindan los NAF. La plataforma digital de la Administración Tributaria es muy amigable, sin embargo, por el tipo de contribuyentes en el que se concentró la atención es lo que hace interesante la gran acogida que tuvo la oficina NAF durante los años de estudio.

Por otra parte, se consideró que el factor predominante fue la funcionalidad de la plataforma digital de la Administración Tributaria del Servicio de Rentas Internas, por lo que se procedió a analizar la madurez de la herramienta desde la dimensión de los contribuyentes.

Entorno digital	**NIVEL DE MADUREZ**			
	Inicial	**Intermedio**	**Avanzado**	**Mejores prácticas**
Conectividad			Para el cumplimiento de sus obligaciones no demanda el acercamiento a las oficinas de la matriz del SRI.	Favorece las charlas que frecuentemente hacen los fedatarios de la institución.
Política digital			Existe transparencia y estadísticas sobre la recaudación pública, los enlaces de consulta son de fácil identificación y se puede acceder a la legislación.	Se debería mejorar la información económica (reportes estadísticos) de las personas naturales obligadas y no a llevar contabilidad.
Gobierno electrónico			Existe interactividad con las plataformas digitales del IESS, Ministerio de trabajo, matriculación vehicular, pagos en línea con diferentes instituciones financieras.	El trabajo conjunto de las ONG's y la academia, han logrado una convergencia importante para conocer más sobre gobierno electrónico.
Identidad digital			Por la información compartida se recibe notificaciones de diferentes formas.	Capacitación constante sobre mantener actualizada la información digital.

Nota: Matriz adaptada sobre el estudio efectuado por el Banco Interamericano de Desarrollo con el tema "Trasformación digital en las Administraciones digitales de América Latina (Reyes et al., 2021).

Tabla 2 – Madurez de la plataforma digital del SRI – Dimensión contribuyentes

La tabla 2, es una matriz de doble entrada que recopiló el criterio de los contribuyentes sobre la percepción que tienen, respecto a la madurez de la plataforma digital del SRI, donde se observó que existe una buena apreciación sobre los avances logrados en los servicios en línea ya que en periodos anteriores al 2008 las declaraciones de impuestos las hacían en formularios físicos y eran presentados en ventanilla del SRI hasta las 18h00 en fechas establecidas para cada contribuyente, posterior al día de vencimiento debían asignar la multa correspondiente.

Seguidamente se detalló cada uno de los servicios que han brindado el grupo NAF haciendo uso de la plataforma del SRI. Estos servicios no comprenden únicamente ayudar a solucionar la inquietud del contribuyente, sino asesor al contribuyente sobre sus deberes formales y llevar una planificación para el cumplimiento de los mismos por cuenta personal.

Servicios en Línea	2021	2022	Total	%
RUC	161	399	560	13,26
RISE	92	224	316	7,48
RIMPE	0	180	180	4,26
Facturación	2	182	184	4,36
Declaraciones y Anexos	9	187	196	4,64
Vehículos	4	182	186	4,40
Claves	0	623	623	14,75
Herencias	0	183	183	4,33
Dev. IVA 3ra. Edad	13	183	196	4,64
Dev. otros impuestos	0	183	183	4,33
Servicios en Línea	0	338	338	8,00
Cobro	0	180	180	4,26
Información tributaria	388	321	709	16,79
Información contable	7	183	190	4,50
Total	**676**	**3548**	**4224**	**100,00**

Tabla 3 – Servicios en línea resueltos por NAF mediante la plataforma del SRI

En la tabla 3, se destacó principalmente la frecuencia de uso de los diferentes servicios en línea que brinda la plataforma digital del SRI: a) el Registro Único de Contribuyentes RUC, la página web permite la apertura y suspensión de la actividad económica, generar certificaciones del RUC, reimprimir el RUC, consulta sobre el contribuyente, consulta sobre sus obligaciones, entre otras; b) Régimen Impositivo Simplificado Ecuatoriano RISE el cual actualmente se encuentra reemplazado por el Régimen Simplificado para Emprendedores y Negocios Populares RIMPE, creado mediante la Ley Orgánica según RO.0587 de 29 de noviembre de 2021 para el Desarrollo Económico y Sostenibilidad Fiscal tras la pandemia COVID 19, el mismo que entró en vigencia desde el 01 de enero de 2022; c) Gestión de claves de acceso a la página web para el contribuyente; d) Servicios generales en línea y e) Información y gestión tributaria.

Entre las más usadas con el 60,28% fueron RUC, RISE, generación y actualización de clave, servicios en línea e Información tributaria, aspectos clave en la formalización de las actividades de los contribuyentes, estos servicios fueron brindados en línea y fueron de fácil acceso y control, sin embargo, los contribuyentes aún mantenían temor de hacer

algún proceso mal y que les genere inconvenientes con la Administración Tributaria. Como se pudo apreciar en el año 2022 crece en cuatro veces la demanda de servicios por parte de los NAF.

Para finalizar, se considera pertinente calificar el nivel de satisfacción de los usuarios que ha sido atendidos por los NAF, para lo cual se diseñó una matriz de doble entrada.

				Satisfacción en el servicio				Correlaciones	
Periodo	Estudiantes	Usuarios atendidos	Casos resueltos	Recursos	Calidad atención	Nivel de con.	Tiempo de atención	Estudiantes /usuarios	Usuarios/casos resueltos
2022	24	715	3548	1	1	1	1	1	1
2021	16	662	676	1	1	1	1	1	1

Nota: El nivel de satisfacción de los contribuyentes se califica bajo cuatro parámetros: los recursos, calidad de atención, nivel de conocimiento de los asesores y el tiempo que se demora el asesor por caso. Estructurada con cuatro criterios 1. Excelente, 2. Bueno, 3. Regular y 4. Malo.

Tabla 4 – Funcionalidad de la plataforma del SRI

Para analizar la efectividad de la plataforma del SRI en primera instancia se observó un comportamiento creciente tanto en estudiantes involucrados, usuarios atendidos y casos resueltos para el periodo 2022. Por otro lado, se estableció cuatro parámetros para calificar el grado de satisfacción de los contribuyentes por el servicio brindado por los estudiantes NAF, de acuerdo a la métrica establecida se obtuvo una calificación de excelente para cada uno de ellos, finalmente, se evidenció una correlación positiva con comportamiento lineal entre los estudiantes y usuarios atendidos y los usuarios atendidos frente a la solución de los requerimientos de los contribuyentes para los diferentes servicios de la web del SRI.

4. Discusión de resultados

Con los resultados obtenidos se resalta la labor de la academia desde sus diferentes disciplinas por lograr un impacto positivo en la sociedad, especialmente aquellos que se encuentran en estado de vulnerabilidad. La participación y empoderamiento que han presentado sus estudiantes al involucrarse a través de los NAF quienes brindan sus servicios de forma gratuita en beneficio de los contribuyentes, ha permitido que las personas naturales no obligadas a llevar contabilidad o microempresarios, cumplan con sus obligaciones tributarias básicas. La metodología implementada por la carrera de Contabilidad y Auditoría se acopla a la estructurada por Molina (2014) que la basan en tres ejes: 1. Valores de la sociedad, 2. Ciudadanía democrática y 3. Cultura fiscal.

El avance que se ha logrado en el país a nivel de gobierno electrónico es muy significativo, en vista que la percepción de los contribuyentes respecto de la madurez de la plataforma digital del Servicio de Rentas Internas es muy buena a pesar de la desconfianza y resistencia que mantienen los contribuyentes sobre el destino de sus impuestos, lo cual se confirma con el crecimiento progresivo que existe entre los estudiantes de la Carrera de Contabilidad y Auditoría de la UTPL por pertenecer a los NAF y de los contribuyentes por beneficiarse de sus servicios gratuitos. Coincide con lo expuesto por Reyes et al.

(2021) quienes afirman que la relación entre la Administración Tributaria (AT) y el contribuyente debe ser construido bajo el principio de autodeterminación, pues la AT verifica la autenticidad de los datos y del impuesto a pagar, proceso que se cumple mediante la selección de una muestra debidamente estructurada la cual se somete a los índices de verificación para cumplir con su acción, impositiva o punitiva cuando el accionar del contribuyente lo amerite. El Reporte e-gob Naciones Unidas (2018) afirman que el avance vertiginoso logrado en los países en desarrollo en los últimos años ha prestado oportunidades de mejora para alcanzar los objetivos y políticas que establece a nivel mundial

Por otra parte, es relevante el aporte y la predisposición de la Administración Tributaria para dar acogida al proyecto de los NAF que se desarrolla a nivel de América Latina, el trabajo mancomunado ha permitido que la academia no trabaje sola, sino que la AT capacite constantemente a los estudiantes para que brinden un servicio de calidad. La ciudadanía necesita de un apoyo gratuito y aprender sin complicaciones, pues luego de la interacción entre el estudiante y el ciudadano, este puede cumplir con sus obligaciones desde la comodidad de su hogar o lugar de trabajo, ya que la asistencia al contribuyente no es solo en la oficina sino también mediante servicio telefónico y correo electrónico (Cantos et al., 2021; Morán, 2022).

Asimismo, el desarrollo integral que se logra en el aprendizaje de los estudiantes, quienes dejan de lado la recepción de conocimientos y se convierten en los principales autores sobre la gestión de sus saberes, el profesor tutor se convierte en el guía para orientar al estudiante en el desarrollo del proyecto y los funcionarios del Servicio de Rentas Internas son los elementos indispensables que los forma para un aprendizaje e intervención en campo. La simulación de escenarios reales crea en los estudiantes cualidades necesarias para entregar a la ciudadanía atención y servicios bajo estándares de calidad y calidez humana. De acuerdo con lo expuesto por Cantos et al. (2018) el proceso de vinculación con la sociedad debe ser cumplido con eficacia y bajo un sistema monitoreado por la AT ya que responde a un proyecto implementado a nivel país.

5. Conclusiones

La Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), a través de la Dirección de Vinculación y carreras, diseña y ejecuta proyectos para que docentes y estudiantes se vinculen con la sociedad, identificando sectores vulnerables y gestionando convenios con diferentes instituciones tanto públicas como privadas, con el afán de generar redes integrales y ponerse al servicio de la comunidad.

La carrera de Contabilidad y Auditoría ha podido desarrollar de manera efectiva los Núcleos de Apoyo Contable y Fiscal NAF mediante el diseño de proyectos de vinculación con la sociedad, ya que su principal aliado estratégico es la Administración Tributaria, institución que les ha permitido a los estudiantes de la carrera desarrollar sus destrezas sobre fiscalidad, una rama indispensable en la ejecución de la profesión contable.

Las personas naturales no obligadas a llevar contabilidad y microempresarios pueden cumplir con sus obligaciones tributarias de manera oportuna y de acuerdo con las exigencias que caracteriza a cada tipo de actividad económica. Este servicio lo reciben

de parte de estudiantes capacitados para hacer uso de las diferentes funcionalidades que pone a disposición la plataforma del SRI, además este es un servicio que lo reciben de manera gratuita y el contribuyente puede ser capacitado para que cumpla con sus obligaciones.

La plataforma digital implementada por el Servicio de Rentas Internas de Ecuador, ha demostrado ser una herramienta eficaz y eficiente donde los contribuyentes pueden dar cumplimiento a sus obligaciones tributarias

Referencias

Blasco, J. (01 de Marzo de 2021). *Eurosocial*. Obtenido de Programa para la cohesión social en América Latina: https://eurosocial.eu/wp-content/uploads/2019/04/03-coleccion-eurosocial-desarrollo-naf.pdf

Cabero, J. & Martínez, A. (2019). Las tecnologías de la información y la comunicación y la formación inicial de los docentes: modelos y competencias digitales. Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado, *23*(3), 247-268. https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.9421

Cantos Figueroa, M. de L., Moreira Cañarte, M. K., y Padilla Hidalgo, M. M. (2021). Núcleo de apoyo contable y financiero de la Universidad Estatal del Sur de Manabí en servicio a la comunidad en tiempos de emergencia sanitaria COVID-19. *Revista Publicando*, *8*(31), 427–447. https://doi.org/10.51528/rp.vol8.id2261

Chandra, A. y Bagdi, N. (2021). Analysis of factor's influencing the adoption of e-teaching methodology of learning by students: an empirical study amidst the present pandemic crisis. *Asian Journal of Economics and Banking*, 5 (1), pp. 15-24. https://doi.org/10.1108/AJEB-12-2020-0112

Delgado, A. (Junio de 2014). Revista de Internet Derecho y Política. Obtenido de Tributos en la sociedad de la información: https://raco.cat/index.php/IDP/article/view/n18-delgado-intro

Figueroa, M., Quimis, L., Cañarte, C. y Cantos, M. (2018). Aporte de la universidad Ecuatoriana a través de los núcleos de apoyo contable NAF para incentivar la cultura tributaria en los contribuyentes. *RECIAMUC*, 2(1), 960-974.

García, M., Monsalve, Y., y Salazar, R. (2019). La Cultura tributaria y su influencia en los Núcleos de Apoyo Contables y Fiscales de Machala-Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas, 7*(1), 119-124.

Gaona et al., (2009). La educación tributaria como medida para incrementar la recaudación fiscal en el Ecuador. Espol.

Hernández, R.M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y perspectivas. Propósitos y Representaciones, 5(1), 325-347. http://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149

Herrera et al., (2017). *Hitos de ciencias económicas y administrativas*. Obtenido de Implicaciones Sustentables del Módulo Núcleo de Apoyo Fiscal de la FCA-UASLP: https://revistas.ujat.mx/index.php/hitos/article/view/2422

Jarrin et al., 2. (20 de Junio de 2017). Universidad Técnica de machala. Obtenido de Herramientas tecnológicas e innovación en la website para la gestión tributaria: estudio comparado ecuador y Perú: https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/206/177.

Luna, D. (2018). Cómo transformamos la vida de los colombianos a través de las TIC.

Ley Orgánica de Educación Superior. (2018). *Ley Orgánica de Educación Superior, LOES*. Obtenido de Registro Oficial Suplemento: https://www.ces.gob.ec/documentos/Normativa/LOES.pdf

Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública. (2004). LOTAIP. https://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5_ecu_ane_cpccs_22_ley_org_tran_acc_inf_pub.pdf

Mendieta, P., Calle, J., Vintimilla, L., y Riera, C. (2021). Las universidades como agentes de fortalecimiento de la cultura tributaria: caso NAF de la UCACUE. *ComHumanitas: Revista Científica de Comunicación*, *11*(3), 177–194. https://doi.org/10.31207/rch.v11i3.275

Molina, R. (2014). *Aprendizajes en red*. https://aulasvirtuales.udistrital.edu.co/mod/page/view.php?id=25876

Moran, J. F. F. (2022). VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD: IMPACTO DEL NÚCLEO DE APOYO FISCAL EN LA GENERACIÓN DE CULTURA TRIBUTARIA. Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional, 10(1), 20-27.

Naciones Unidas. (1949). *Declaración Universal de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas*. Obtenido de Asamblea General de las Naciones Unidas: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0270932

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Objetivo 17: Revitalizar la alianza mundial para el Desarrollo Sostenible: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/globalpartnerships/

Olivares Olivares, S. L., López Cabrera, M. V., & Valdez-García, J. E. (2018). Challenge based learning: Innovation experience to solve healthcare problems. Educacion Medica, 19, 230–237. https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.10.001

Reyes, G., Calijuri, M., Santín, O., Roca, C., Cadena, L., Luengo, F., y Febré, E. (2021). Transformación digital en las administraciones tributarias de América Latina. El caso de Chile. *Banco Interamericano de Desarrollo, Documento para discusión N°IDB-DP-885. http://www.ladb.org*

Rodriguez Borges Ciaddy Gina; Perez Rodriguez Jesús Alberto; Bracho Rodriguez Alina María; Cuenca Alava Lenin Agustín y Enriquez Coronel María Angélica. (2021). Ciencias técnicas y aplicadas Artículo de investigación. 7, 82–97.

Romero Carazas, R., & Colmenares de Zavala, Y. M. (2021). Análisis de la evasión tributaria en el Perú. Revista Contacto, 1–13. https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/contacto/article/view/2402/2199

Servicio de Rentas Internas. (01 de Enero de 2022). Servicio de Rentas Internas. Obtenido de Núcleos de Apoyo Contable y Fiscal NAF: https://www.sri.gob.ec/nucleos-de-apoyo-contable-y-fiscal-naf

Stott et al., (2020). Revista Diecisiete. Obtenido de Innovación Social para la Sostenibilidad: https://www.plataforma2030.org/es/alianzas-para-los-objetivos-mas-alla-del-ods-17

Yaguache, M. F., Pardo, M., y Espejo, L. (2018). Estrategias para fomentar la cultura tributaria desde la academia. Caso UTPL. Killkana sociales: Revista de Investigación Científica, 2(3), 145-152.

Yugcha, J. (2020). Importancia de la cultura tributaria en el Ecuador: https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5533/1/UPSE-TCA-2020-0070.pdf

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

Recebido/Submission: 04/12/2022
Aceitação/Acceptance: 30/03/2023

Lego y Fischer technik como recurso de juego didáctico en la enseñanza de la matemática en educación media

Nolfer Rico-Bautista[1], Yurley Medina-Cárdenas[1], Dewar Rico-Bautista[1]

naricob@ufpso.edu.co; ycmedinac@ufpso.edu.co; dwricob@ufpso.edu.co

[1] Grupo de ingeniería en innovación, tecnología y emprendimiento (GRIITEM). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ocaña, Colombia.

Pages: 434-448

Resumen: En toda institución educativa la enseñanza de la matemática en los niños es fundamental para el fortalecimiento de su razonamiento y pensamiento analítico dando solución a diferentes situaciones cotidianas de forma lógica. Este aprendizaje puede ser una experiencia enriquecedora apoyada en actividades lúdicas. Este capítulo presenta la importancia del uso de la robótica a través de prototipos de sistemas educativos Lego o Fischer Technik como recursos didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de actividades lúdicas. El estudio se limita a los grados séptimo donde se tomó una muestra de 70 niños de dos grupos experimentales de la institución educativa Isidro Caballero Delgado. Los resultados demostraron que el uso de estos prototipos se puede convertir en una herramienta excelente para la enseñanza de la matemática de una manera divertida, constructivista y atractiva para los alumnos desarrollando diferentes capacidades físicas, sensoriales, afectivas, creatividad y la imaginación.

Palabras-clave: Estrategia enseñanza-aprendizaje; juego; actividades lúdicas; LEGO educativo; constructivismo.

Lego and Fischer technik as a resource for didactic games in the teaching of mathematics in secondary education

Abstract: The abstract should not exceed 150 words. You can use this document as the basis for final editing of the article to submit. The font used in the abstract is “Georgia” size 9 and single-spaced, with indentation to the left and right of 1cm In every educational institution, the teaching of mathematics to children is fundamental to strengthen their reasoning and analytical thinking, providing solutions to different daily situations in a logical way. This learning can be an enriching experience supported by playful activities. This chapter presents the importance of the use of robotics through prototypes of Lego or Fischer Technik educational systems as didactic resources in the teaching-learning process through playful activities. The study is limited to the seventh grade where a sample of 70 children from two experimental groups of the Isidro Caballero Delgado educational

institution was taken. The results showed that the use of these prototypes can become an excellent tool for teaching mathematics in a fun, constructivist and attractive way for students developing different physical, sensory, affective, creativity and imagination capabilities.

Keywords: Teaching-learning strategy; play; leisure activities; educational LEGO; constructivism.

1. Introducción

En la Institución Educativa Isidro Caballero Delgado ubicada en Zapamanga de la ciudad de Floridablanca, Departamento de Santander-Colombia por su ubicación geográfica cuenta con unos elementos que influyen directamente en su proceso de formación tanto a los educandos como al cuerpo docente como lo mencionan en su estudio Cepeda y Caicedo (2005) se pueden identificar las pocas oportunidades de estudio debido al nivel socio eco-nómico que tienen las familias de los estudiantes junto a sus constantes traslados y cambios de residencias, es una zona vulnerable donde se vive diferentes estilos de vida y costumbres, el tráfico de estupefacientes y las pandillas que atraen a los estudiantes al consumo de drogas, al vandalismo, manipulación de armas y al robo debido a que hay desintegración en las familias del sector por esas pocas oportunidades laborales.

En la actualidad existen factores que tienen una gran influencia en el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje como son los aspectos sociales (J. S. Rueda-Rueda et al., 2016), demográficos, socio-culturales, el impacto de la tecnología(Rico-Bautista et al., 2019), los aspectos legales y normativos, lo psicológico entre otros los cuales siempre están en constante cambio debido al fenómeno de globalización e internacionalización y que por lo tanto el docente debe estar a la vanguardia de los mismos y no quedarse con el pensamiento que todo su proceso lo está realizando bien y que no necesita cambiar y mejorar, llevándolo a estar en un constante proceso de actualización y formación. Con estos fenómenos y movimientos aparecen también nuevas herramientas y tecnologías de la información y de comunicación – NTIC (Williams et al., 2012) con el fin de poder utilizarlas en todo el proceso educativo con las diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje que se vayan a implementar con el fin de llegar a todas las nuevas necesidades y expectativas de los individuos que conforman la sociedad frente a sus respectivos procesos educativos.

Desde el área de matemática de la institución (Colegio Isidro Caballero Delgado, 2018) se ha identificado que al usar nuevas herramientas tecnológicas fortalecen y transforman el desarrollo de la práctica docente (Rueda-rueda et al., 2019), integrando de una mejor forma la participación e interacción del estudiante y al mismo tiempo el manejo eficaz y eficiente de los recursos que ayudan al desarrollo de las clases, en particular el desarrollo del proceso académico en cursos como matemática es sus diferentes áreas que la conforman como son la aritmética, geometría y la estadística, y en este contexto se mejora el pensamiento matemático pasando de ser clases en las cuales la información se da en una dirección a ser una aula con un enfoque de comunidad de aprendizaje donde el papel protagónico es el educando, lo anterior se puede ver planteado desde el Modelo Pedagógico de la Institución que hace parte del proyecto educativo institucional PEI, donde se menciona que se debe "ofrecer una educación de mayor calidad y con

niveles óptimos de eficiencia en la formación integral de los ciudadanos que el colegio promueve, destacando en él, el énfasis de una educación que reconoce los momentos de aprendizaje de los estudiantes y el carácter de inclusión exigidos por las políticas públicas de educación, en un contexto donde los sentimientos, los afectos, las necesidades y los valores humanos son tan importantes como los saberes de carácter científico" (Colegio Isidro Caballero, 2015).

Es por ello que para la institución contar con estos espacios donde se construyen nuevas prácticas educativas involucrando directamente a los alumnos en diversas situaciones reales lleva a un óptimo proceso de aprendizaje; en la implementación de esas experiencias en el plantel educativo está el uso de la robótica (Villamil, 2014) con sistemas educativos Lego – LEGO Education- y Fischer technik –Fischertechnik- (Lindh & Holgersson, 2007), (Danahy et al., 2014) como parte de estas nuevas tecnologías de información –TIC- a través de la implementación de una serie de estrategias didácticas que contribuyen al desarrollo y fortalecimiento de diferentes competencias en los estudiantes estimulando en ellos la exploración, la construcción, la innovación, la creación para la solución de dichas situaciones reales de una forma analítica con un entorno divertido.

Dentro de este proceso de aprendizaje se encuentra estipulado una serie de fases dentro del plan de área –Matemática (Colegio Isidro Caballero Delgado, 2018) con el fin de promover y adoptar esas prácticas que ayudan al mejoramiento del proceso académico de forma eficiente y de su calidad de vida (Pang, 2010) entre las cuales se identifican la motivación, interpretación, discernimiento y la retroalimentación aplicando diferentes estrategias pedagógicas de manera independiente o en conjunto entre las cuales se pueden encontrar casos de estudio (Müller et al., 2015), (Rico-Bautista & Medina-Cárdenas, 2012), (Cuesta Quintero et al., 2016); por proyectos (Martí, Heydrich, Rojas, & Hernández, 2010), (Rodríguez-Sandoval & Cortés-Rodriguez, 2010); basada en tareas (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2015); trabajo colaborativo (Rincon-Forero & Rico-Bautista, 2019); gamificación (Rico-Bautista et al., 2017); metodología de las 4C de Lego ("LEGO Robotics: An Authentic Problem Solving Tool?," 2011), (Owens et al., 2008), (Robotix Lego Education, 2019) y el juego (Medina-Cárdenas & Rico-Bautista, 2015) como parte activa de la formación enfocándolo a un espacio de evaluación que no solamente se realiza por parte del docente sino también la realiza los educandos a través de su autoevaluación, coevaluación y la heteroevaluación (Colegio Isidro Caballero Delgado, 2018) y en esta fase se tiene una realimentación con el estudiante compartiendo y discutiendo con ellos el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje iniciales a través de los resultados reflexionando sobre sus experiencias identificando fortalezas y posibles falencias en todo el proceso académico con el fin de tener aspectos de mejora para nuevas implementaciones.

Este documento se produce dentro de marco de la investigación doctoral "diseño de una estrategia pedagógica basada en robótica para la enseñanza de las matemáticas en grado séptimo. Caso: Colegio Isidro Caballero Delgado Floridablanca aplicando Sistemas Educativos Lego – LEGO education y de fischertechnik, que se ejecuta por un doctorando de la Universidad de Cuauhtémoc de México en la ciudad de Bucaramanga (Rico-Bautista et al., 2021, 2020). Está estructurado de la siguiente manera en una primera

sección encontramos la introducción en la cual se aborda el contexto de la institución educativa y la aplicabilidad de la robótica con el uso de Lego Education (Edwards et al., 1997) en la enseñanza de la matemática, una sección II donde se detalla la Metodología y la estrategia aplicada; en la sección III se mencionan los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto; en la sección IV se presentan las conclusiones y posibles recomendaciones a partir de este proyecto; por ultimo en la sección V se presentan la respectiva bibliografía a la cual se hace referencia durante todo el documento, con el fin de poder dar respuesta a una serie de interrogantes que han ido surgiendo durante el desarrollo de la investigación entre las cuales se encuentran. a. ¿A través del uso del LEGO EDUCATION como herramienta didáctica se incentiva el intercambio de información y de experiencias entre los educandos?; b. ¿Los educandos trabajan de forma ordenada con actividades lúdicas desde el inicio al final hasta cumplirla?; c. ¿Mediante el juego con el uso de la robótica se pueden crear situaciones de máximo valor educativo y cognitivo que permitan experimentar, investigar, resolver problemas, descubrir y reflexionar? y d. ¿Utilizar de forma adecuada KIT LEGO EDUCATION como medios y recursos didácticos ayuda en el aprendizaje de las matemáticas?.

2. Metodología

Durante el desarrollo de la investigación doctoral que se tiene de referencia para la elaboración del presente documento, se está implementando diferentes estrategias de aprendizaje que ayuden al fortalecimiento de la enseñanza de la matemática en el grado séptimo del colegio Isidro Caballero Delgado con el fin de poder abarcar las 3 áreas que se contemplan en el curso como son geometría, estadística y matemática (Colegio Isidro Caballero Delgado, 2018) para poder identificar, establecer y medir tanto las competencias con la ayuda de las NTIC (Curto & Moreno, 2016) en los educandos y el grado de cumplimiento de los objetivos que son establecidos inicialmente en la programación y el diseño del curso determinado por el plan de área de matemática para todo el año escolar; para ello se realiza una medición a través de unos indicadores para evaluar dentro de este marco general el nivel de conocimiento adquirido por los estudiantes de los diferentes ejes temáticos contemplados en esas áreas establecidas para la matemática donde se encuentran temas como simetrías y reflexiones, rotaciones y traslaciones, medidas de tendencia central, medidas de variabilidad entre otros; es por ello que la implementación del juego (Pang, 2010) a través del uso de la robótica implementando el uso de diferentes kit de Lego Education y de Fischer Technik ha sido fundamental para que temas tan complejos se puedan entender de una forma didáctica haciendo que los estudiantes sientan gusto y atracción hacia la matemática.

El identificar el juego como parte de las estrategias pedagógicas es importante, se ve en diferentes artículos referenciando el estudio que realiza Piaget donde relacionan el tema del juego en los niños y como a través de la construcción de diferentes elementos y prototipos les permite desarrollar aspectos cognitivos sociales y culturales asimilando la realidad de forma correcta desde su propio contexto y perspectiva.

El proceso de cada sesión de clase se realiza generalmente en dos etapas:

2.1. Planeación de la sesión

Es una fase primordial ya que se ejecutara de acuerdo a la programación creada para el curso durante el año escolar teniendo en cuenta el tema y el área de la matemática que estableció el grupo del Plan de Área de Matemática que se trabajará en una clase, por ejemplo, en una semana se puede tener programado ver área de geometría y el tema de simetrías, o en el área de estadística ver el tema de promedio; de acuerdo a ello el docente establece que estrategia de aprendizaje va a implementar y de acuerdo a ello determinar si se realizan todas y cada una de las sesiones de clase usando de manera individual dicha estrategia o en combinación con diferentes estrategias pedagógicas siempre generando en ello una situación real en su contexto del diario vivir de su entorno, en nuestro caso la implementación del juego. Se deben tener presentes los lineamientos establecidos en el Plan de área de Matemáticas (Colegio Isidro Caballero Delgado, 2018) donde se indican diferentes aspectos a tener en cuenta como son recursos, la intensidad horaria, metodologías, los resultados académicos que se esperan donde se pretende que el estudiante pueda llevar a la vida real los conocimientos adquiridos fuera de un contexto académico tomando decisiones y adaptándose a situaciones reales, generando en el estudiante un desarrollo integral (Medina-Cárdenas et al., 2015; Medina Cárdenas & Rico Bautista, 2014; Rico-Bautista et al., 2019).

También de acuerdo con el plan de área se debe tener en cuenta una serie de competencias que son necesarias para el proceso institucional como la competencia del saber hacer a través de las competencias matemáticas, competencias de investigación o científicas a través de un pensamiento crítico, contar con competencias comunicativas y de relación y también contar con un aspecto ciudadano a través de la convivencia y el saber participar en su entorno bajo normas y reglas establecidas.

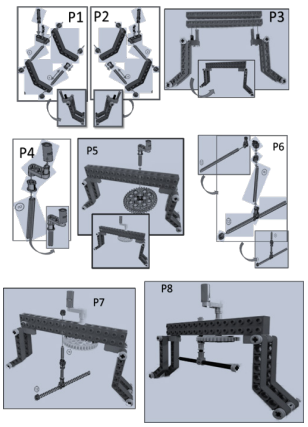


Figura 1 – Ejemplo de una guía de construcción de un modelo propio

Con la información del curso (matemática) se identifica el grado donde se va a desarrollar la actividad seleccionando formalmente del total de “salones” de grado séptimo con

cuantos se va a trabajar, luego se establecen los grupos dentro de cada uno de los grados seleccionados y los integrantes de cada uno de esos grupos quienes tendrán diferentes roles dentro del trabajo colaborativo y se crearon los roles que debe tener cada integrante del grupo como son líder de ensamble, utilero de ensamblaje, ensamblador, alertas y secretario en esa investigación doctoral. Se determina si es necesario tener equipo herramientas o insumos adicionales para cada sesión (de acuerdo con el área y tema a tratar) con el fin de determinar con claridad el diseño de cada taller de trabajo para poder cumplir con los objetivos temáticos planteando un juego por medio del cual el estudiante practica e interioriza los contenidos que se vayan a ver. Una vez establecido lo anterior se determina el prototipo a trabajar si se usan los establecidos por cada kit de Lego Education o de Fischer Technik ya se cuenta con su guía de construcción, pero en su gran mayoría son diseños propios por lo cual se deben diseñar una guía de construcción tal como se establece en la Figura 1. Se establecen objetivos, reglas de cada clase al igual que se desarrolla una presentación para poderla presentar al final se imprime todo el material requerido como talleres, inventario, asignación de roles y otros documentos que se requieran en cada clase.

2.2. Desarrollo de cada sesión

El profesor al inicio de cada clase y de acuerdo con lo planificado, si es una explicación de refuerzo o conocimiento nuevo, explica algún tema o concepto de acuerdo con la programación ya establecida según al plan de área cumpliendo con las respectivas competencias y los indicadores que se deben cumplir de acuerdo a los ejes temáticos establecidos para cada grado en particular para el grado Séptimo. Durante el desarrollo de la investigación doctoral implícitamente así se haga uso de cualquier estrategia pedagógica siempre se usó la metodología de Lego de las 4C donde se tienen contemplados cuatro momentos como son el de conectar, construir, contemplar y continuar con el fin de contar con un ambiente para el estudiante de experimentación (Bers et al., 2002), exploración y construcción (J. Rueda-Rueda & Rico-Bautista, 2016), a través del juego tema central de nuestro documento para la apropiación de nuevos conocimientos. En el primer momento el de conectar se presenta generalmente una imagen, un video o una grabación relacionando el tema para poder contextualizarlo junto a los estudiantes en un espacio de reflexión y poderlo llevar a situaciones reales que el estudiante haya vivido o experimentado, este primer momento se tiene establecido un tiempo determinado que no exceden los 10 minutos, en el cada niño participa puede ser dando su punto de vista o generando alguna duda frente al video propuesto. Luego de una serie de lluvia de ideas a través de todas y cada una de las participaciones se genera una pequeña retroalimentación. En esta primera fase la distribución de los estudiantes no es definida por docente sino libertad del estudiante lo importante es que pueda ver y observar lo presentado para su posterior reflexión. Luego de la retroalimentación y como está establecido ya en la planeación, se hace una pequeña explicación de la respectiva actividad y por ende del juego que se va a ejecutar y se toma como partida para mencionar también los temas a desarrollar.

Terminado el momento de conectar se distribuyen los grupos en el aula de clase y dependiendo del prototipo que se vaya a construir se usara el espacio pertinente que puede ser en mesas de trabajo o en el suelo; como en todas las sesiones los roles de

cada uno de los integrantes de un grupo rotan, se hace una lectura rápida de los roles y responsabilidades que se cuenta para el desarrollo de cada actividad como son el líder de ensamble, el ensamblador, el secretario, el utilero y el alertas; posteriormente se hace entrega del material, las fichas de construcción y su respectiva guía de construcción tal como se aprecia en la Figura 2. En este segundo momento del de construir con la ayuda de todo el material los diferentes grupos construyen el respectivo prototipo y en este instante se genera un espacio de interacción entre los estudiantes, una vez culminado la construcción del prototipo se desarrolla el respectivo taller del eje temático con las actividades juego planteado y al final se genera un espacio de evaluación. Se finaliza cada sesión con el inventario de las fichas utilizadas colocándolas en el espacio correspondiente puede ser la bandeja clasificadora que viene en cada referencia o en bolsas individuales de cada sesión. En esta fase el docente debe ser un referente como diseñador instruccional, un mediador cognitivo y un guía o instructor (Collazos & Mendoza, 2009) donde se encargue de definir las condiciones de cada sesión, guiando y coordinando en todo momento cada situación que se presente, explicar de forma comprensiva, claro y fácil la dinámica del juego dando las normas del juego al igual que las respectivas reglas que los estudiantes deben respetar en cada momento. El estudiante en esta fase debe aceptar cada situación presentada en el juego con el fin de poder cumplir con las condiciones planteadas. El querer ganar por parte de cada estudiante genera en Él estar siempre activo y participativo desarrollando sus conocimientos utilizando la percepción a través del constructivismo en la enseñanza-aprendizaje de la matemática (Williams et al., 2012) de forma autónoma y colaborativa con el fortalecimiento de valores como la tolerancia, el respeto, la participación, la disciplina entre otros siempre presentes en su proceso académico.



Figura 2 – Distribución de grupos en el aula con su respectivo material de trabajo

Los juegos usados en ciertas sesiones de clase como estrategia de aprendizaje de la matemática en el grado séptimo de la institución educativa están diseñados con una serie de fases y momentos donde se involucra un prototipo de Lego Education ya identificado, seleccionado y diseñado para que sea construido por cada uno de los

grupos colaborativos. En esta sección del documento se detalla de manera general una de las actividades de juego que se desarrolló en los grupos experimentales de los grados séptimo, se llamó la Lokki Ruleta, a partir de esta actividad lúdica, se resuelve situaciones propuestas con polinomios aritméticos con signos de agrupación, que involucren las operaciones de adición, sustracción, multiplicación, división, potenciación y radicación con números enteros, lo que favorece el desarrollo de competencias, que le permiten afrontar con éxito la matemática en diferentes situaciones de la vida real. Para la Lokki Ruleta se establecieron diferentes secuencias y actividades entre las cuales se cuentan:

- En esta ocasión la Lokki Ruleta es un espacio no para el aprendizaje de un nuevo conocimiento sino se usa para el fortalecimiento de un conocimiento ya adquirido en clases anteriores.
- Para la ejecución de la Lokki Ruleta se tuvo en cuenta el tema solución de polinomios aritméticos con signos de agrupación visto con anterioridad.
- El objetivo de la actividad es reforzar a través de una actividad lúdica donde se les presenta y puedan resolver situaciones propuestas con polinomios aritméticos con signos de agrupación, que involucren las operaciones de adición, sustracción, multiplicación, división, potenciación y radicación con números enteros, lo que favorece el desarrollo de competencias, que le permiten afrontar con éxito la matemática de los siguientes grados.
- Explicación de un ejercicio donde se maneje la gran mayoría de operaciones con el fin de que el estudiante recuerde como se realizan las mismas e identifique el tipo de ejercicios que se tendrán en la actividad. Ejemplo del ejercicio, como se puede observar en la ecuación (1).

$$[(-5)^2 * \sqrt[3]{-27}] \div [(-4)^3 + 61] = 25 \quad (1)$$

- Se les muestra el prototipo de la lokki ruleta que desarrollaran que al ser construida se coloca sobre un hexágono identificado con unos números que se relacionan con el rol de cada estudiante de cada grupo de trabajo colaborativo, ver Figura 3.

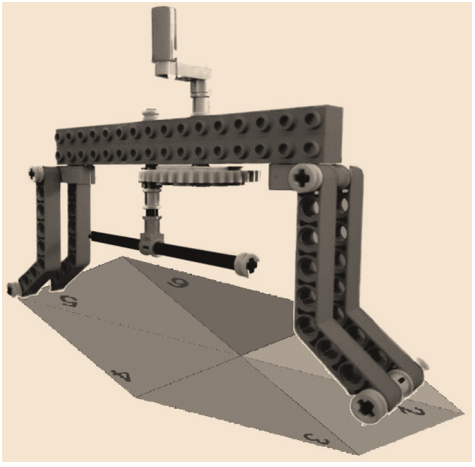


Figura 3 – Prototipo de Lego Education denominada Lokki Ruleta para la actividad

- Se explican las reglas de juego frente a puntos en respuestas correctas, incorrectas tanto de manera individual como espacio de reflexión como grupo, ver Figura 4.

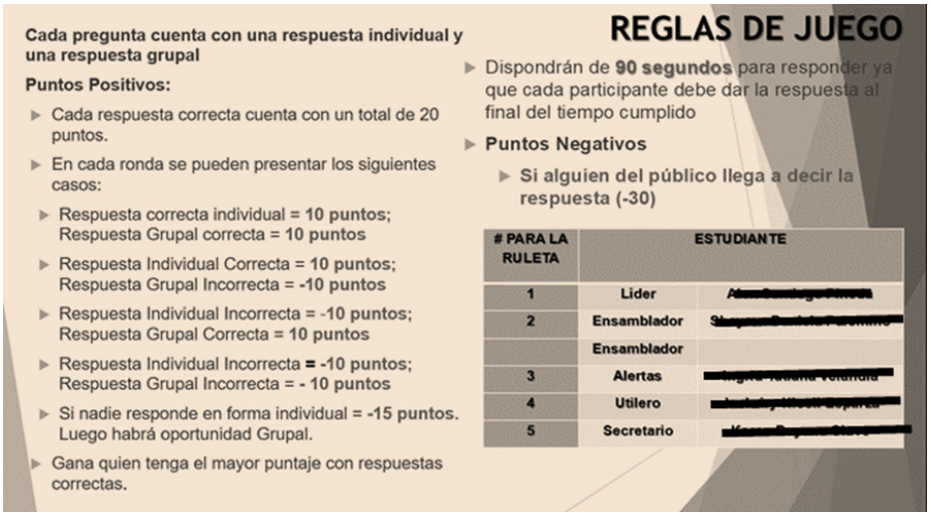


Figura 4 – Reglas de Juego para la actividad de la Lokki Ruleta

- En cada participación se cuenta con un tiempo limitado para el desarrollo de cada ejercicio por parte de los representantes.
- Construyen el respectivo prototipo por grupo de trabajo.
- Una vez construido se vuelven a identificar algunas reglas y que se tengan en cuentan antes de participar en el juego.
- Para participar se cuenta además del prototipo una base con una figura de hexágono y en cada lado de ese hexágono se cuenta con un número que identifica el rol que tiene cada integrante del grupo.
- El grupo colaborativo gira su respectiva ruleta y en cada intento cae un número que identifica que el estudiante será el representante del grupo. En este espacio se pretende en el grupo la honestidad y la responsabilidad al momento de aceptar el reto de ser representante del grupo en cada ronda.
- Cada representante de grupo se sentará por aparte para realizar un ejercicio en un determinado tiempo, luego de culminado el tiempo se solicita la respuesta, se deja espacio de debate de cada grupo con otro determinado tiempo y se hace una retroalimentación del desarrollo, si esta correcto el líder del grupo explica su solución.
- Cuenta con 5 rondas el total de la actividad, donde existen ejercicios o problemas utilizando polinomios aritméticos.
- Se tiene un documento base para las respectivas actividades a desarrollar, se toman de estos ejercicios para cada ronda los cuales se proyectaron con el fin de que los estudiantes representantes salgan y los realicen según las reglas de juego, ver Figura 5, para el caso de la lokki ruleta se tuvo un contexto de la compra de merienda en el colegio, ver Tabla 1.

ÍTEM	RONDA 1	RTA	RONDA 2	RTA	RONDA 3	RTA	RONDA 4	RTA
1	52 + (-30)	22	31 - 51 + 26 - 17	-11	23 -13+9-7+27-33	6	Carlos compra en la cafetería una empanada de 1500 y una gaseosa que cuesta el doble de la empanada, cuanto debe pagar la mama puesto Carlos dice que se la coloquen en la cuenta	-4500
2	(-15) + 24	9	23 - 17 + 5 -13	-2	- 11 + 13 - 17 + 19 -35 + 31	0	Jesús le presta a Pedro 1300 para comprar una gaseosa y un roscón de arequipe en la tienda escolar que cuesta 2100, cuanto debe pagar la mama de Pedro en la tienda escolar y además lo que le debe a Jesús	-2100
3	19 + (-33)	-14	.- 11 +14 - 27 + 9	7	11 +12 -13 - 15 + 21 -32	-16	Juana quiere comprar dos panes de arequipe de 300 pesos y una avena en la tienda escolar, si en total llevaba 1200 pesos y quedo debiendo 500 en la tienda, cuánto cuesta la avena	1100
4	(35) + (-24)	11	13 + 9 - 17 - 21	-16	9 - 12 - 17 + 19 - 13 + 31	17	Sandra le pide a Felipe que le regale una papa rellena de 1500 con una Coca-Cola, Felipe solo tiene 4100 y queda debiendo 1000 pesos. En total compra dos coca cola y una papa rellena cuánto cuesta cada Coca-Cola	1800
5	12 + (-37)	-25	31 - 12 - 13 + 23	29	3 +13 - 15 - 19 + 21 - 27	-24	Una arepa rellena cuesta 2300, a la tienda escolar van 3 estudiantes cada uno lleva 3100, si una Coca-Cola cuesta 1500, cuanto queda debiendo cada uno a la tienda escolar si compran los dos productos y cuanto es el total de la deuda	2100

Tabla 1 – Base para los ejercicios que se proponen en la actividad

- Se cuenta con un espacio de autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación.
- Se hace el inventario de las fichas que se usaron para la lokki ruleta.

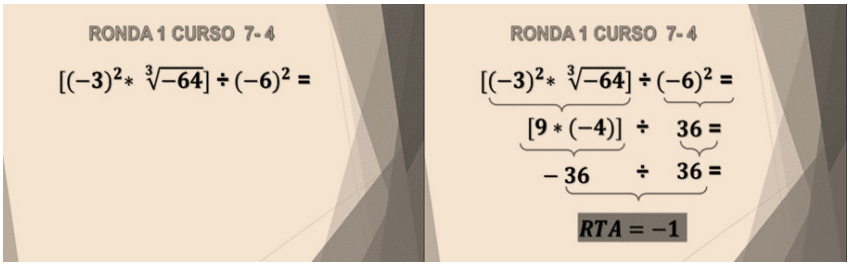


Figura 5 – Ejemplo de Proyección de cada ronda con los respectivos ejercicios y solución luego de cumplir el tiempo de ronda

Luego de la implementación en las sesiones de clase con diferentes estrategias en especial el juego se pidió a los estudiantes que valoren la experiencia comparando con una clase tradicional, tal como se muestra en la Tabla 2.

	N		*Media*	*Mediana*
	Válido	*Perdidos*		
¿Cuál es el nivel de interés y motivación frente a la experiencia?	66	0	8,9848	9,0
¿Cuál es el grado de dificultad de los contenidos?	66	0	6,3333	6,0
Resultados en el aprendizaje	66	0	8,7576	9,0
Grado de satisfacción frente a la experiencia	66	0	8,7576	9,0
¿Cuál es el nivel de interés y motivación frente a la manera tradicional?	66	0	6,7576	9,0
¿Cuál es el grado de dificultad de los contenidos manera tradicional?	66	0	8,2424	9,0
Resultados en el aprendizaje manera tradicional	66	0	6,6212	6,5
Grado de satisfacción manera tradicional	66	0	6,8788	6,0

Tabla 2 – Resultados de la valoración de los estudiantes

3. Resultados y discusión

A partir de la experiencia realizada con la implementación de los juegos en los diferentes espacios académicos en la enseñanza-aprendizaje de la matemática en los grados séptimos de la institución educativa se pueden resaltar los siguientes aspectos: El juego es considerado como una forma recreativa en un contexto general más no como una ayuda en el proceso académico, así se concebía dentro de la institución por parte de algunos docentes de la institución quienes se mostraban apáticos a este tipo de actividades.

Se piensa que el uso del juego en clases no generaría un impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes pues se contextualiza como un espacio de perdida de

concentración, desorden en el aula, discriminación, no tolerancia, entre otros, pero la experiencia realizada demuestra que el uso del juego junto con otras estrategias de aprendizaje fortalece las habilidades y competencias de los estudiantes ya que aumenta su motivación y participación en el aprendizaje de la matemática. Los resultados de las notas de los estudiantes en los periodos académicos demuestran que ha sido una excelente herramienta para generar espacios académicos acordes.

Desde el plan de área de la matemática se comenzó a generar espacios en las cuales las clases de matemáticas se incorporen diferentes herramientas y metodologías con una vertiente lúdica sin dejar de exigir ni cambiar los objetivos propuestos. Con la implementación del juego en las diversas sesiones se identifica la motivación de participar mucho más de forma activa en el desarrollo de las actividades por parte de los discentes y se arriesgaban más a buscar las soluciones a los problemas planteados.

El juego genera un interés por ganar lo que crea que cada estudiante desde lo individual como integrante de un grupo se involucre más en el proceso de aprendizaje, planificando correctamente las estrategias de solución que se pueden plantear para dichas situaciones. Una correcta combinación del uso del juego con otras estrategias pedagógicas logra fortalecer formalmente el proceso de enseñanza.

4. Conclusiones

Con el análisis de los datos y los resultados obtenidos el uso de la robótica como un recurso didáctico implementando usando LEGO como herramientas didácticas para la enseñanza de la matemática en el grado séptimo de la Institución Educativa Isidro Caballero Delgado aumenta en los estudiantes su motivación y el interés en el estudio de esta materia que siempre ha sido compleja en este nivel educativo, favoreciendo de esta manera el adquirir conocimientos de una forma divertida sin bajar la exigencia y los objetivos establecidos.

El utilizar herramientas de Lego Education y Fischer Technik genera una gran variedad de alternativas en sus múltiples prototipos que se pueden crear en el aula y forma un elemento indispensable en el proceso académico de la matemática y influyendo en el rendimiento de los estudiantes.

Con los resultados obtenidos y una vez analizada la experiencia se recomienda comenzar a utilizar actividades y recursos de carácter lúdico en el área de la matemática en otros grados de la institución y extender esta mecánica en otros cursos establecidos. Tanto los juegos como talleres propuestos tienen una estructura que puede ser adaptada de acuerdo a los temas de unidades del currículo de diferentes grados en el área de la matemática, lo que permite parcialmente su reutilización, con pequeñas modificaciones.

Referencias

Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, K., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. Information Technology in Childhood Education Annual. https://doi.org/10.1992/pssb.200301795

Cuesta Quintero, F., Rico Bautista, D., Coronel, A., Portillo Ballesteros, E. Y., Sánchez Espinosa, L. C., Vera Gutiérrez, M. D., Alvernia Acevedo, S. A., Rueda Rueda, J. S., Sánchez Torres, J. A., Sánchez Torres, B., Bacca Picón, R. H., & Cantillo Carreño, A. F. (2016). Inseguridad en las redes sociales e Internet: prioridad en las escuelas de la provincia de Ocaña. In Fondo editorial ITM. Instituto Tecnológico Metropolitano. https://doi.org/10.22430/9789588743967

Curto, B., & Moreno, V. (2016). Robotics in Education. Journal of Intelligent & Robotic Systems. https://doi.org/10.1007/s10846-015-0314-z

Danahy, E., Wang, E., Brockman, J., Carberry, A., Shapiro, B., & Rogers, C. B. (2014). LEGO-based robotics in higher education: 15 years of student creativity. International Journal of Advanced Robotic Systems. https://doi.org/10.5772/58249

Edwards, L. D., Coddington, A., & Caterina, D. (1997). Girls teach themselves, and boys too: Peer learning in a computer-based design and construction activity. Computers and Education. https://doi.org/10.1016/S0360-1315(97)00018-3

LEGO Robotics: An authentic problem solving tool? (2011). Design and Technology Education.

Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? Computers and Education. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.12.008

Medina-Cárdenas, Y., & Rico-Bautista, D. (2015). La función tutorial: Diseño de estrategias para el fomento del aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales. Signos Universitarios, 248–253.

Medina-Cárdenas, Y., Rico-Bautista, D., & Areniz-Arévalo, Y. (2015). Mejoramiento continuo en la educación superior. Autoevaluación: perspectiva del estudiante. Hojas y Hablas, 52–60.

Medina Cárdenas, Y. C., & Rico Bautista, D. W. (2014). The tutorial function: Design of strategies for promoting collaborative learning in virtual environments [La función tutorial: Diseño de estrategias para el fomento del aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales]. In B. J. O. A. T. A. Callaos N. Sanchez B. (Ed.), CISCI 2014 - Decima Tercera Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernetica e Informatica, Undecimo Simposium Iberoamericano en Educacion, Cibernetica e Informatica, SIECI 2014 - Memorias (pp. 248–253). International Institute of Informatics and Systemics, IIIS.

Müller, B. C., Reise, C., & Seliger, G. (2015). Gamification in factory management education - A case study with Lego Mindstorms. Procedia CIRP. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.056

Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2015). Aprendizaje Basado en Retos. Repote Edu Trends.

Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A., & Baron-Cohen, S. (2008). LEGO® therapy and the social use of language programme: An evaluation of two social skills interventions for children with high functioning autism and Asperger syndrome. Journal of Autism and Developmental Disorders. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0590-6

Pang, Y. (2010). Lego Games Help Young Children with Autism Develop Social Skills. International Journal of Education. https://doi.org/10.5296/ije.v2i2.538

Rico-Bautista, D., Hernandez, L. L., & Suárez, A. (2017). La gamificación y arquitectura funcional: Estrategia práctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje usando la tecnología. Revista Ingenio UFPSO.

Rico-Bautista, D., & Medina-Cárdenas, Y. (2012). El aprendizaje autónomo en los ava "estudio de caso". Puente Revista Cintífica. https://revistas.upb.edu.co/index.php/puente/article/view/726

Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., Guerrero, C. D., & Antón, G. (2019). Análisis del valor potencial de la tecnología: Caso Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de La Información), E17(1), 756–774.

Rico-Bautista, N. A., Rico-Bautista, D. W., & Arévalo-Pérez, N. (2021). Construction of an amusement park using STEAM and LEGO education to participate in the science fair. Journal of Physics: Conference Series, 1981(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1981/1/012019

Rico-Bautista, N. A., Rico-Bautista, D. W., & Medina-Cárdenas, Y. C. (2019). Collaborative work as a learning strategy to teach mathematics incorporating robotics using led godt education system and fischertechnik in seventh graders at the school Isidro Caballero Delgado in Floridablanca Santander Colombia. Journal of Physics: Conference Series. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1386/1/012146

Rico-Bautista, N. A., Rico-Bautista, D. W., Medina-Cárdenas, Y. C., & Arévalo-Pérez, N. (2020). Case studies: Learning strategy incorporating Lego Education in the seventh-grade math course at the school. In D. R. L. M. S.-A. A. S.-A. A. V.-N. E. D. V.-N. E. D. Prada-Nunez R. Hernandez-Suarez C.A. (Ed.), Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1674, Issue 1). IOP Publishing Ltd. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1674/1/012014

Rodríguez-Sandoval, E., & Cortés-Rodriguez, M. (2010). Evaluación de la estrategia pedagógica "aprendizaje basado en proyectos": percepción de los estudiantes. Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior (Campinas). https://doi.org/10.1590/s1414-40772010000100008

Rueda-Rueda, J., & Rico-Bautista, D. (2016). Inseguridad en las redes sociales e internet: formando en la apropiación segura de las TIC. Revista Colombiana de Computación, 17(1), 55–72.

Rueda-Rueda, J. S., Alvernia Acevedo, S., & Rico-Bautista, D. (2016). Las TIC como agente social, una apuesta de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. In Simbiosis del aprendizaje con las tecnologías. Experiencias innovadoras en el ámbito hispano (Primera ed, pp. 329–342). Prensas de la Universdiad de Zaragoza.

Rueda-rueda, J. S., Rico-Bautista, D., & Flórez-solano, É. (2019). Educación en TIC : enseñar a usar , enseñar a protegerse y enseñar a crear tecnología. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, E19, 252–265.

Williams, K., Igel, I., Poveda, R., Kapila, V., & Iskander, M. (2012). Enriching K-12 science and mathematics education using LEGOs. Advances in Engineering Education.

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

Recebido/Submission: 14/11/2022
Aceitação/Acceptance: 26/02/2023

Criterios aplicables a la calidad de la gestión educativa y administrativa de las Universidades públicas

Yurley Medina-Cárdenas[1], Dewar Rico-Bautista[1], Jose Swaminathan[2]

ycmedinac@ufpso.edu.co; dwricob@ufpso.edu.co; jose.s@vit.ac.in

[1] Grupo de ingeniería en innovación, tecnología y emprendimiento (GRIITEM). Universidad Francisco de Paula Santander. Ocaña, Colombia.

[2] School of mechanical engineering, Vellore Institute of Technology, Vellore, India.

Pages: 449-461

Resumen: La calidad de la educación es un concepto adoptado mundialmente y su relevancia es tal que los retos del milenio imponen necesariamente estándares y condiciones que deben ser revisados y adoptados en las instituciones de educación superior en su propósito de ser sostenibles, competitivas y pertinentes. Los países latinoamericanos, entre ellos Colombia, no han tenido un buen desempeño en los últimos años en cuanto a los niveles de calidad educativa reconocidos internacionalmente. Tanto las variables y criterios como los métodos de evaluación que se establecen para determinar estos niveles no siempre son aceptados o comprendidos por la comunidad universitaria que finalmente opera y toma decisiones al respecto. En este sentido, el objetivo de este artículo es mostrar la caracterización de los criterios de calidad, a partir de una revisión bibliográfica y documental y un análisis de contenido. Para su desarrollo se consideró el contexto de las instituciones de educación superior (IES). Estos criterios son la base para el diseño de un modelo articulado de evaluación para la gestión desde el ámbito educativo y administrativo.

Palabras-clave: Calidad; gestión; Modelo; Planeación; Universidad.

Characterization of the criteria applicable to the quality of educational and administrative management of universities

Abstract: The quality of education is a globally adopted concept and its relevance is such that the challenges of the millennium necessarily impose standards and conditions that must be reviewed and adopted within higher education institutions in their aim to be sustainable, competitive, and relevant. Latin American countries, including Colombia, have not performed well in recent years in terms of internationally recognized levels of educational quality. Both the variables and criteria as well as the evaluation methods that are established to determine these levels are not always accepted or understood by the university community that finally operates and makes decisions about them. In this sense, the objective

of this article is to show the characterization of the quality criteria, based on a bibliographic and documentary review and an analysis of content. To develop it, the context of higher education institutions (HEI) was considered. These criteria are the basis for the design of an articulated model of evaluation for management from the educational and administrative fields.

Keywords: Quality; Management; Model; Planning; University.

1. Introducción

En el ámbito nacional colombiano, la calidad como elemento rector en el sector de la educación surgió hasta el año 1991 con el manifiesto de la Constitución Política de Colombia y con ella la Ley 30 de 1992 de la Educación Superior por la cual se organiza el servicio público de la educación superior (Giraldo et al., 2007). Esta Ley fue la base en Colombia para que se generaran y formularan los organismos y elementos considerados en la determinación de la calidad en programas académicos y en las IES, mediante procesos de evaluación y verificación. A partir del nuevo milenio el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), dejó claramente establecido que "La calidad de la educación superior era una prioridad" y dentro de sus objetivos se incluyeron tres programas entrelazados: Estándares Mínimos de Calidad – EMC - para pregrado y posgrado, incentivos a la acreditación de excelencia y exámenes de calidad (MEN, 2001).

Sobre esto Misas Arango (2004) define que dentro de los problemas de la educación superior en Colombia se encuentra el de una calidad desigual, a partir de conceptos más relacionados por ejemplo con la rentabilidad que con las necesidades sociales que deben suplirse. También le atribuye a las IES responsabilidades sociales de grandes proporciones y con impacto en el respectivo país, argumentando la necesidad de que cada una se autoevalúe para determinar "hasta qué punto se cumplen sus funciones con la máxima calidad posible".

Durante los últimos años el MEN ha venido consolidando el sistema de aseguramiento de la calidad que observa entre otros objetivos: "garantizar la buena calidad de la oferta de educación superior en el país; generar una cultura de evaluación y autoevaluación permanente y sistemática orientada al mejoramiento; promover y apoyar el mejoramiento permanente de la calidad de las instituciones y programas de educación superior y su impacto en la formación de los estudiantes; propender por la pertinencia, cobertura y equidad de la Educación Superior en el país; fomentar la búsqueda de la atención integral de los estudiantes y demás actores de la comunidad académica, con los servicios del sistema; y lograr una cultura de transparencia en la gestión de las instituciones del sector" MEN (2012).

Ante estos objetivos es claro que aun cuando se trata de un organismo de vigilancia de la educación propiamente dicha, se define el interés de que la calidad en las instituciones se vea reflejada en todos sus componentes y escenarios; esto significaría entonces abarcar el contexto de la gestión académica que es a lo que se dedica la universidad y el de gestión administrativa que dinamiza su operatividad como organización (Yurley Medina-Cárdenas & Rico-Bautista, 2012; Medina Cárdenas et al., 2016).

Observando los puntos de vista establecidos por el MEN y por el Gobierno Nacional a través de sus políticas de control y vigilancia, ambos concuerdan con que el tema de la calidad en IES es un sistema global de factores y criterios que abarcan toda su estructura, sin embargo cada uno establece de forma independiente el mecanismo mediante el cual evalúa y verifica dicha calidad y por supuesto no es el mismo; conceptualmente hablando coincide pero su implementación tiene grandes y marcadas diferencias (Yurley Medina-Cárdenas & Rico- Bautista, 2009; Yurley Medina-Cárdenas & Rico-Bautista, 2008).

Los modelos de calidad por llamarlos de alguna manera de forma paralela han sufrido grandes cambios estructurales en los últimos cinco años, pasando de una versión a otra con el fin de adaptarse a los retos de la internacionalización; en el caso de los lineamientos para la acreditación de alta calidad institucional su versión actual es del año 2015, la norma ISO 9001 para sistemas de gestión de calidad está actualizada a 2015 y el Modelo integrado de planeación y gestión (MIPG) para desarrollar en entidades públicas está en la versión aprobada del año 2017; estos son los esquemas o modelos para implementar y/o evaluar la gestión de la calidad académica y administrativa que oficialmente se conocen y aplican en las IES públicas del país (Y Medina-Cárdenas et al., 2019), (Ramírez-Arévalo et al., 2021).

El desafío de cumplir y responder por la calidad institucional en estos escenarios y ante estos organismos ha quedado en manos de los directivos de cada Universidad; no es tarea fácil y tampoco hay un procedimiento único para hacerlo, pues cada IES debe adoptar y adaptar los respectivos lineamientos a su realidad organizativa; dentro de las formas de obtener un aval o visto bueno sobre la calidad de la gestión está la obtención de certificaciones y acreditaciones. Por parte de la gestión educativa está la acreditación de alta calidad para programas e instituciones y para la gestión administrativa está la certificación de los sistemas de gestión de calidad. Ambos aspectos han sido comúnmente aceptados como evidencias de que la calidad esperada en cada ámbito se demuestra respectivamente con estos reconocimientos otorgados por entes autónomos externos a las universidades.

Al reto de saber responder a los lineamientos de ambos escenarios (educativo – administrativo), se suma la dificultad de que todas las IES no diseñan e implementan un sistema de aseguramiento de la calidad que involucre y articule los criterios educativos con el modelo de acreditación y el administrativo con los requisitos de un sistema de gestión de la calidad como un esquema robusto para evaluarse en términos globales; tampoco se ha identificado que dicho esquema de evaluación incluya además el Modelo Integrado de Planeación y Gestión MIPG que actualmente está en proceso de socialización por parte del Departamento Administrativo de la Función Pública - DAFP a las entidades del estado, por lo tanto es completamente nuevo y su implementación podría durar años hasta su madurez. Las razones pueden ser variadas, por ejemplo, se desconoce la forma de hacerlo, no se considera necesario, se percibe muy complejo para asumirlo, no es aceptada la complementariedad y similitud entre los modelos de calidad por parte de la comunidad universitaria, se ha invertido tiempo y esfuerzo infructuoso, no se identifican los beneficios de la articulación, entre muchos otros.

Prueba de ello es que a octubre del año 2017 de las 288 IES colombianas (115 públicas y 133 privadas), solo el 16% estaban acreditadas en alta calidad y de estas solo el 6.6% son públicas. En el caso de los sistemas de gestión de la calidad certificados bajo la norma ISO 9001 el MEN ejecutó la política calidad en educación superior con el proyecto "modernización de la gestión de las instituciones de educación superior" y a finales del año 2009 solo el 8% de las IES públicas la habían obtenido. Con los años esto ha cambiado y actualmente de las 44 IES acreditadas el 28% cuentan con los dos reconocimientos de calidad. Sin embargo, es común encontrar IES con certificación de calidad en sus sistemas de gestión pero que no han logrado alcanzar la acreditación de alta calidad (programas o institucional) y viceversa.

Esta es una problemática significativa para los intereses superiores del estado, cuyos objetivos orientados a alcanzar niveles de reconocimiento internacionales dentro de la estrategia de aumentar los niveles de calidad se ven afectados por falta de sentido holístico de la calidad.

Todas estas situaciones conllevan a plantearse sí la calidad en una institución pública Colombiana se entiende como el cumplimiento de directrices emanadas por entidades como el Ministerio de Educación Nacional (MEN)? y/o el Consejo Nacional de Acreditación (CNA)? y/o el Departamento Administrativo de la Función Pública (DAFP)? y/o lo que se defina por autonomía universitaria?; o si por el contrario se aborda desde la convergencia de todos estos factores y la forma como es asumida por sus actores. Los estudiantes como usuarios directos del servicio y los directivos quienes tienen la responsabilidad de implementar y mantener condiciones de calidad que respondan a todos estos compromisos de manera sistemática, pertinente y adecuada.

El artículo se organiza como sigue. Primero la introducción donde se presenta la situación problema, la pregunta de investigación y la justificación. Segundo la metodología, donde se presenta el diseño del proceso investigativo para obtener y probar la solución propuesta y la tercera parte los resultados, junto con la discusión respectiva.

2. Metodología

Los aspectos metodológicos trabajados se aplican en primer lugar, desde un análisis integrador de criterios de calidad y políticas públicas que se armonizan bajo un mismo esquema, para ello se resaltan algunas premisas fundamentales como:

1. Las instituciones definen objetivos o megas estratégicas que buscan asegurar la calidad del servicio que prestan, de forma coherente con su misión por lo tanto esto se ve reflejado en su crecimiento, posicionamiento y el tipo de profesionales que entrega al mercado laboral.
2. Es necesario que existan procesos de retroalimentación institucional a través de su evaluación (interna y/o externa) donde participen todos sus actores, de manera que se identifiquen las situaciones positivas o negativas que presenta el servicio y de esta manera redireccionar sus esfuerzos y capacidades a un nivel de calidad cada vez mayor.
3. El mejoramiento continuo se desarrolla en la medida en que todos los actores se involucran en el análisis del desempeño de los procesos y toman decisiones en pro del fortalecimiento de sus actividades enfocadas a un servicio pertinente y efectivo.

Ahora bien, metodológicamente desde el enfoque explicativo – correlacional utilizado en esta investigación (Hernandez Sampieri, 2014), fue posible encontrar un mecanismo que armonizara de forma coherente todos esos requisitos para demarcar un derrotero que permita posteriormente evaluar la gestión universitaria y alcanzar el "nivel de calidad" que cada IES espera. Pero para ello es necesario contextualizar todos los criterios, caracterizarlos por separado para encontrar sus elementos comunes en un concepto globalizado de calidad.

Se realizó la clasificación y caracterización de información a través de una búsqueda bibliográfica de información primaria y secundaria en bases de datos, se definió el marco legal aplicable al proyecto, se afinaron y establecieron los elementos estructurales del método de investigación, se propusieron los conceptos a evaluar sobre calidad y gestión y finalmente se construyeron las matrices de correlación entre los criterios de calidad aplicables.

3. Resultados

La caracterización se enmarca en 3 áreas de análisis dentro del contexto universitario: en el modelo de acreditación institucional propuesto por el CNA, en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 para el sistema de gestión de calidad y por el modelo integrado de planeación y gestión MIPG como política pública actual definida por el estado colombiano.

Para la variable "Criterios para la calidad en la gestión educativa y administrativa", se realizó una revisión bibliográfica, documental y un análisis de contenido que permitió su caracterización. Cada uno de ellos requirió una personalización detallada, a fin de identificar su estructura, elementos que las componen y adecuación dentro del enfoque universitario. Sobre este proceso autores como Cárdenas Gutiérrez, 2017 compilan los resultados de una investigación que consistió en comprobar la complejidad de las instituciones educativas debido a la cantidad de factores que se conjugan en su quehacer diario. Los actores atribuyen al éxito de esta gestión la capacidad y liderazgo de quienes llevan las riendas estratégicas de estas entidades, es decir su cuerpo administrativo. Así mismo, destacan los diferentes criterios y variables que deben articularse para lograr sincronización en la gestión, aspecto que no lo consideran fácil.

En la Figura 1 se puede observar el alcance de la investigación, como aquella definición de criterios seleccionados en cada área de análisis escogida y posteriormente la caracterización realizada de cada criterio de calidad.

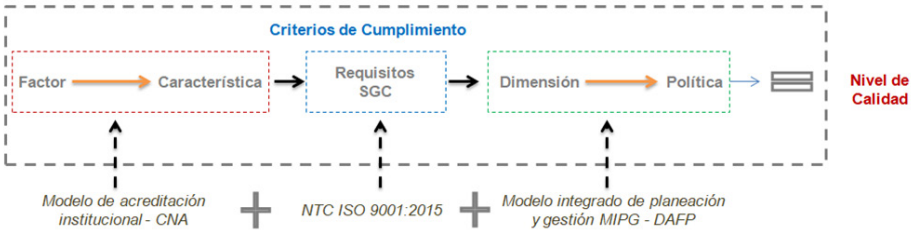


Figura 1 – Alcances de la caracterización de los criterios de la calidad

La caracterización de los criterios aplicables a la calidad de la gestión educativa y administrativa de las universidades se realizó mediante la revisión del estado del arte en el ámbito de la educación superior pública en Colombia. Este ejercicio se aplicó a todos los factores (12) y características (29) del modelo CNA para acreditación institucional, para todos los requisitos (34) de la NTC ISO 9001:2015 y para todas las dimensiones (7) y políticas (17) del MIPG.

Varea & Coral (2017) en la Conferencia Nacional Educación Superior en el Ecuador, denominada "Investigaciones para una Nueva Agenda de Cambios Necesarios", lograron recapitular y difundir los resultados de las investigaciones más recientes sobre Educación Superior por las universidades de Ecuador. El documento cuyo eje central se basa en la calidad de la educación superior, analiza las políticas universitarias y su impacto en las reformas que se han ejecutado teniendo en cuenta la forma en que las universidades y la sociedad han respondido a dichas iniciativas y los efectos que los cambios sociales están teniendo sobre las universidades del país (p. 10).

Los resultados expuestos son fundamentales para entender la complejidad de los modelos de evaluación de calidad de América Latina, Europa y Estados unidos y las variables que son tenidas en cuenta. Esta convergencia de modelos también fue analizada por Cedeño & Hernández (2011) con respecto a los diferentes criterios internos de la Universidad centro americana como son las políticas institucionales, la operatividad de procesos, el éxito en los procesos de autoevaluación, la implementación de acciones para la gestión de la calidad y algunos mecanismos para la identificación de acciones de mejoramiento institucional. En su artículo denominado "Autoevaluación y acreditación de carreras en la universidad nacional de costa rica: experiencias para la gestión de la calidad", se resaltan las herramientas de autoevaluación y acreditación como herramientas de mejoramiento continuo, lo cual fue pertinente para esta investigación debido al vínculo existente entre los modelos de evaluación de la calidad que son adoptados por las universidades como mecanismos de aprendizaje para obtener condiciones cada vez mejores y lograr reconocimiento de sus partes interesadas (Yurley Medina-Cárdenas et al., 2015).

Dentro de los apartados más importantes, se reconoce que dichos procesos de evaluación interna sometidos a pares externos permiten a la institución identificar oportunidades de mejoramiento en: infraestructura, gestión de la información, incremento en la infraestructura tecnológica (Rico-bautista et al., 2021; Rico-Bautista et al., 2019; Sánchez-Torres et al., 2018), capacitación al cuerpo docente, actualización de mallas curriculares acordes con el contexto de sus programas, entre otros. También se destacan comentarios concluyentes sobre la forma como las herramientas de evaluación de calidad parten de los objetivos centrales del plan de desarrollo institucional y dan respuesta a las metas trazadas por la universidad.

En la Tabla 1 se muestra la caracterización para dos factores del CNA, requisito 4.1 de la ISO 9001 y dos dimensiones de MIPG. La información completa se encuentra almacenada en los archivos del autor del proyecto.

Estos elementos coinciden conceptualmente con lo que el Gobierno Nacional ha determinado en el llamado Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG), en el cual el mejoramiento continuo de la Administración Pública se basa entre otros aspectos, en

ASPECTO POR EVALUAR

Criterios articulados						
Factor	**Característica**	**Descripción CNA**	**ISO 9001:2015 Requisitos**	**MIPG**		**Lo que debe soportar la universidad para cumplir todos los criterios**
				Dimensión	**Política de gestión**	
Misión y proyecto institucional	Coherencia y pertinencia de la Misión	La institución tiene una misión claramente formulada; ésta es coherente y pertinente con el medio social y cultural, corresponde a la definición institucional, a su tradición y es de dominio público. Dicha misión se expresa en los objetivos, en los procesos académicos y administrativos y en los logros institucionales. En ella se hace explícito el compromiso institucional con la calidad, con los principios constitucionales y con los principios y objetivos establecidos por la ley para la educación superior.	4.1 Comprensión de la organización y su contexto	Direccionamiento estratégico y planeación	Planeación institucional	Misión Visión Estatuto general Diagnóstico de la entidad (DOFA, MPC, MEFE, MEFI) Relación del direccionamiento con los objetivos académicos de la entidad. Coherencia entre la naturaleza de la institución, lo que dice ser a través de su misión, la información que suministra y la imagen que da a la sociedad.
Visibilidad nacional e internacional	Inserción de la institución en contextos académicos nacionales e internacionales	En sus procesos académicos, la institución toma como referencia las tendencias, el estado del arte de las disciplinas o profesiones y los criterios de calidad aceptados por las comunidades académicas nacionales e internacionales, estimula el contacto con miembros reconocidos de esas comunidades y promueve la cooperación con instituciones y programas en el país y en el exterior.		Gestión con valores para resultados	Fortalecimiento organizacional y simplificación de procesos	Análisis de capacidad institucional Diagnóstico (identidad organizacional, propósito organizacional, prospectiva organizacional, capacidades organizacionales (estratégicas y funcionales), fuentes alternas de información.) Incorporación de tendencias nacionales e internacionales en el direccionamiento institucional Incorporación de mejores prácticas en optimización de procesos Análisis sistemático realizado por la institución con respecto a otras instituciones.

Tabla 1 – Caracterización de los criterios para la calidad en la gestión educativa y administrativa.

el fortalecimiento de herramientas de gestión y en la coordinación interinstitucional que facilitan la implementación de las políticas públicas mediante la ejecución de planes, programas y proyectos (DAFP, 2012).

Por su parte, Villarruel (2010) menciona la estrecha vinculación que existe entre el sector empresarial y el educativo, además expresa que cuando se habla de calidad en una institución esta debe observarse como un "todo" en el cual se conjugan aspectos financieros, educativos, humanos, físicos, tecnológicos y sociales por nombrar algunos. Estos argumentos son contemplados en este caso de estudio empírico con el cual se comparte el análisis sobre la interpretación de las políticas públicas como mandatos que deben ser interpretados por la institución desde el papel de sus miembros.

A partir del estudio realizado, es relevante destacar que, aunque la caracterización de los criterios de forma armonizada se convierta en un insumo para una posterior evaluación de calidad, es evidente que la medición de dichos elementos en sí misma no asegura mejores niveles de calidad.

Esto se debe principalmente por la forma en que se concibe la calidad por las instituciones educativas a nivel global, muchas veces relacionada con certificaciones y reconocimiento, pero desconociendo entre otros los siguientes hallazgos:

No todos los procesos tienen el mismo nivel de involucramiento ni las capacidades para afrontar las debilidades de manera efectiva. Esto debe monitorearse por la alta dirección y asegurar la unificación de esfuerzos.

1. No todos los actores comprenden los objetivos de la misma manera e incluso algunos pueden no sentirse identificados y se limitan al cumplimiento mínimo de sus funciones. La calidad y la excelencia no son el fin en sí mismo, son el camino para lograr alcanzar lo que la universidad desea ser.
2. La calidad bajo el concepto de mejora continua es permanente y sistemático, la evaluación es el resultado de querer hacer las cosas bien, no puede concebirse como una obligación o trabajo adicional.
3. Las acciones de mejora no pueden implementarse de manera aislada, esto ocasionará pérdida de recursos, reprocesos y desgaste. Es necesario que la gestión se contemple desde lo educativo y lo administrativo para que el impacto sea sólido y eficaz.
4. Los procesos de evaluación de la calidad deben ser sistemáticos, estructurados y secuenciales; no se logran resultados susceptibles de monitoreo si el marco de integración de los criterios varía en su estructura o varía la frecuencia de medición, pues los resultados que se obtengan no estarán acordes con el mismo contexto a partir de las mejoras que sean implementadas.
5. Estos hallazgos son considerados por Álvarez & Topete (2008) quienes realizaron un análisis exhaustivo sobre las políticas de evaluación de la educación superior en México, bajo un enfoque integral que incluye programas académicos e institución como conjunto. Dentro de las variables de la investigación se tuvieron en cuenta las políticas públicas de desarrollo de la educación superior vinculadas a los procesos de evaluación, gestión y mejoramiento de la calidad educativa, el cual tuvo como objetivos centrales obtener resultados que promovieran estrategias que garantizara niveles de satisfacción cada vez mayores entre sus partes interesadas.

Entender estos resultados desde un enfoque globalizado de educación, es fundamental para considerar la importancia de contemplar los criterios de calidad del gobierno a través de sus políticas como los demás modelos aplicables mediante estándares internacionales, que finalmente buscan constituirse en una herramienta de evaluación cada vez más eficaz para alcanzar los objetivos de competitividad y sostenibilidad con responsabilidad social.

4. Conclusiones

La llamada autonomía universitaria determina las formas y métodos que cada institución considera válidos para dar respuesta a estas demandas de calidad desde el punto de vista de gestión sea en el contexto educativo y/o administrativo; mientras el gobierno y el MEN establecen políticas en este aspecto, cada institución determina cómo las implementa. Autores como Giraldo et al. (2007) consideran que dicha autonomía ha sido mal interpretada como una libertad sin responsabilidad, evidenciando por ejemplo un aumento exagerado de programas académicos de baja calidad, instituciones no sostenibles o que incumplen sus funciones sustantivas.

Las IES han hecho grandes esfuerzos incluso redundantes por abordar los contextos académico y administrativo desde el punto de vista de la calidad, ya que en algunos casos no se hace de manera integrada sino como lineamientos o modelos independientes; otras han tomado años hasta lograr establecer un esquema que soporte los dos ámbitos de manera complementaria, sin embargo, las condiciones, criterios y características han cambiado por lo tanto es necesario actualizarlo y adaptarlo a la realidad. Se estaría hablando de un proceso de adecuación, de mejoramiento sistemático, documentado, organizado y continuo en donde monitorear los cambios del contexto de la calidad institucional se convierte en un tema primordial para evitar obsolescencia, incumplimientos y hasta sanciones.

Dentro de los aspectos notorios de calidad se da cuando las instituciones se evalúan, aplicando un modelo específico y obtenido unos resultados con dicho enfoque mientras que los demás criterios de calidad se evalúan por separado sin relacionarse o en el peor de los casos no se aplican debido a la falta de articulación de estos. Es decir, la tendencia de las instituciones es a obtener una buena calificación y no la de implementar un sistema de calidad permanente, sistemático y continuo. Cárdenas, Farías & Méndez (2017) analizan el concepto desde el punto de vista de la educación superior, en el cual reconocen que los procesos de acreditación son válidos para evaluar el cumplimiento de ciertos criterios de calidad de tipo académico, pero se descuida el ámbito administrativo y las políticas de estado que lo rigen.

La naturaleza de las instituciones de educación superior públicas es la misma, en cuanto a su marco legal y al régimen de vigilancia gubernamental; siendo la autonomía universitaria entre otros el aspecto que diferencia la forma en que se perciben sus responsabilidades frente a la calidad de su gestión. La Universidad Latina de San Pedro, Acuña (2012) resalta que el cumplimiento de dichas responsabilidades se logra no solo encaminando esfuerzos hacia la calidad de los programas en procesos de acreditación, puesto que la calidad como concepto global institucional se logra cuando todos los elementos institucionales cobran importancia sobre la base de un mejoramiento continuo.

Desde las mismas políticas públicas se ha visto deficiencia en responder a las estrategias necesarias que promuevan las instituciones como unidad y ejes principales del cambio educativo basado en criterios de calidad y excelencia; es posible que solo algunas pocas hayan logrado tal sinergia. Sobre esto, autores como Escudero (2018) considera que desde las instituciones no se ha conseguido desarrollar una práctica firme de pensamiento pedagógico que haya trabajado de manera adecuada lo que implica la universidad como organización y a su vez la innovación como un proceso educativo pertinente. Los entes de control y vigilancia se han limitado a revisar su cumplimiento con patrones y niveles muchas veces estandarizados que no tienen en cuenta las características de tamaño, cobertura, ubicación geográfica, presupuesto y capacidad instalada, trayectoria y composición social propias de cada institución; es decir todas prácticamente han sido medidas con el mismo rasero.

Continuando con Giraldo & Abad, ellos sostienen que una gran variedad de proyectos de reformas educativas se han realizado en las IES y han permeado por lo general en las necesidades por satisfacer como cobertura, innovación, financiación, investigación, entre otras; de acuerdo con la época en que se han ido implementando. Los autores mencionados, hacen referencia a los grandes desafíos que se avecinan para la educación superior en su camino de consolidación para mantenerse en el tiempo; destacan que entidades como el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) dedicadas al juzgamiento de la calidad educativa de programas e instituciones e Colombia, también incluyen en su evaluación aspectos enfocados a la gestión desde el ámbito administrativo como son:

- El mejoramiento de la capacidad de gestión, la cual debe reflejarse en una mayor calidad organizativa y administrativa.
- La adopción de sistemas de financiación eficientes que permitan alcanzar los objetivos de calidad propuestos.
- La redefinición de la misión y su cumplimiento con visión prospectiva y sentido estratégico.
- La definición de procesos de mejoramiento continuo en el desempeño académico, financiero y administrativo.
- El diseño de una estructura organizacional de gestión ágil, oportuna, eficiente y eficaz.

Con respecto al concepto de evaluación como motor general de la integración de criterios de calidad que promovieron este estudio, Maldonado (2015) afirma que actualmente existe la necesidad de adaptación de los sistemas educativos a los cambios que demanda la sociedad, en tal sentido la evaluación educativa y el aseguramiento de la calidad, cobran un gran protagonismo; pues la evaluación se realiza con la finalidad de mejorar lo evaluado, es por tanto garantía de la calidad con la que funciona lo evaluado, los programas y sus instituciones. Una organización que debe responder socialmente frente a muchas necesidades, lo que implica diversidad de espacios por llenar, escenarios por analizar y cuentas que rendir; adicionalmente debe encajar en una serie de requisitos legales y reglamentarios de manera conveniente para lograr mantenerse en las condiciones de competitividad e innovación que le son impuestas.

Una IES no es una empresa cualquiera, es decir son tantos los actores que convergen en su ambiente cultural y social que cada uno espera de ella algo, ese “algo” se traduce

en necesidades y esas necesidades en requisitos que tienen características de calidad específicas. Si se le pregunta al gobierno qué espera de las Universidades públicas hay todo un inventario de obligaciones; las entidades de control y vigilancia tienen sus propias condiciones; los clientes o estudiantes tienen unas particulares de acuerdo a sus expectativas frente al futuro; docentes y trabajadores muy diversos teniendo en cuenta lo que devengan por sus servicios prestados, sus deberes y nivel responsabilidad; padres de familia y sociedad la solución a muchos de sus problemas, sueños y esperanzas puestos en ellas; empresarios piensan que son la solución a sus necesidades de capital humano competitivo y así se podría continuar la lista para cada parte interesada. Encontrar una articulación conveniente de los criterios de la calidad desde ambos contextos permitiría que instituciones y entes gubernamentales unifiquen su lenguaje, mejore el entendimiento de lo que se espera y la forma en que debe abordarse.

Referencias

Acuña, J. (2012). *Modelo de gestión de calidad académica para la educación superior, Universidad Latina de San Pedro Costa Rica*. 157–184.

Aguila Cabrera, V. (2005). El concepto calidad en la educación universitaria: clave para el logro de la competitividad institucional. *Revista Iberoamericana de Educación*, *36*(12), 1–7.

Álvarez, I., & Topete, C. (2018). Modelo para una evaluación integral de las políticas sobre gestión de calidad en la educación superior. *Revista Gestión y Estrategia*, *11*(0188–8234), 1–13. https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000600002

Cárdenas Gutiérrez, C., Farías Martínez, G. M., & Méndez Castro, G. (2017). ¿Existe Relación entre la Gestión Administrativa y la Innovación Educativa? Un Estudio de Caso en Educación Superior / Is there a Relationship between Management and Educational Innovation? A Case Study at Higher Education Level. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, *15.1*(2017), 19–35.

Cedeño Suarez, A., & Hernández Salazar, C. (2011). Self-assessment and accreditation of careers in the national university of costa rica: experiences for quality management. *Calidad En La Educación Superior CAES*, *II*(2), 44–68.

DAFP. (2012). *Metodología para la implementación del Modelo Integrado de Planeación y Gestión*.

Escudero, J. M. (2018). La Innovación y la organización escolar. *La Gestión Educativa Ante La Innovación y El Cambio*, 37–51.

Giraldo, U., Abad, D., & Díaz, E. (2007). Bases para una política de Calidad de la Educación Superior en Colombia. In *CNA*.

Granja, S. (2017). Colombia mejora en acceso a educación superior, pero falta calidad. *El Tiempo*.

Maldonado, J. (2015). *Modelo de evaluación de la calidad de programas de postgrado a distancia para América Latina y el Caribe. Mide I*.

Medina-Cárdenas, Y, Rico-Bautista, D., & Arevalo-Ascanio, J. G. (2019). Impact of the implementation of iso 9001 in the university: Perception auditor and leader [Impacto de la implementación de ISO 9001 en la universidad: Percepción auditor y líder]. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 2019(19), 28–41. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069231050&partnerID=40&md5=e3a86a389ff4737c877159ad38011183

Medina-Cárdenas, Yurley, & Rico- Bautista, D. (2009). Modelo de gestión basado en el ciclo de vida del servicio de la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL). Revista Virtual Universidad Católica Del Norte, 27, 1–21. 148.215.2.11/redalyc-seam/articulo.oa?id=194215432010

Medina-Cárdenas, Yurley, & Rico-Bautista, D. (2008). Model of Administration of Services for the Universidad of Pamplona: ITIL. Scientia Et Technica Scientia et Technica Año XIV, 14(39), 314–319.

Medina-Cárdenas, Yurley, & Rico-Bautista, D. (2012). Mejores prácticas de gestión para la calidad de los servicios en tecnologías de información. Gerencia Tecnológica Informática, 11(29), 47–58.

Medina-Cárdenas, Yurley, Rico-Bautista, D., & Areniz-Arévalo, Y. (2015). Mejoramiento continuo en la educación superior. Autoevaluación: perspectiva del estudiante. Hojas y Hablas, 52–60.

Medina Cárdenas, Y. C., Areniz Arévalo, Y., & Rico Bautista, D. W. (2016). Modelo estratégico para la gestión tecnológica en la organización: plan táctico de la calidad (ITIL & ISO 20000). In Fondo editorial ITM (Vol. 1). Instituto Tecnológico Metropolitano. https://doi.org/10.22430/9789585414006

MEN. (2001). Calidad y cobertura, al tablero. *Periodico El Espectador*.

MEN. (2012). *Calidad de la Educación Superior "El camino a la prosperidad."*

Misas Arango, G. (2004). La educación superior en Colombia. Análisis y estrategias para su desarrollo. In *Facultad de Ciencias Humanas Universidad Nacional de Colombia*.

Ramírez-Arévalo, N., Medina-Cárdenas, Y., & Rico-Bautista, D. (2021). Quality management for public universities. In Tendencias en la investigación universitaria. Una visión desde Latinoamérica. Volumen XVI (pp. 169–183). Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero / Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S. https://doi.org/10.47212/tendencias2021vol.xvi.13

Rico-bautista, D., Guerrero, C. D., Collazos, C. A., & Maestre-góngora, G. (2021). Smart University : A vision of technology adoption Universidad inteligente : Una visión de la adopción de la tecnología. Revista Colombiana de Computación, 22(1), 44–55. https://doi.org/10.29375/25392115.4153

Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., & Guerrero, C. D. (2019). Smart University: A Review from the Educational and Technological View of Internet of Things. In P. M., F. C., & R. A. (Eds.), International Conference on Information Technology and Systems, ICITS 2019 (Vol. 918, pp. 427–440). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_42

Sánchez-Torres, B., Rodríguez-Rodríguez, J. A., Rico-Bautista, D. W., & Guerrero, C. D. (2018). Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development. Revista Facultad de Ingeniería, 27(47), 93–101. https://doi.org/10.19053/01211129.v27.n47.2018.7807

UNESCO. (2009). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior - 2009. In *La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*.

Varea, S., & Coral, M. (2017). Conferencia Nacional " Educación Superior en el Ecuador. Investigaciones para una Nueva Agenda de Cambios Necesarios " * Calidad en la educación superior. *Calidad En La Educación Superior*, 30.

Villarruel, M. (2010). Calidad en la Educación Superior: Un Análisis Reflexivo sobre la Gestión de sus Procesos en los Centros Educativos de América. *Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, *8*(5), 110–118.

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

Recebido/Submission: 24/12/2022
Aceitação/Acceptance: 22/03/2023

Evaluación de los servicios en cloud computing en entornos participativos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Fabian Delgado[1], Viviana Garcia[1], Patricia Quiroz-Palma[1], John Cevallos-Macias[1], Jorge Herrera-Tapia[1], Hiraida Santana-Cedeño, María-Gabriela Lara-Cedeño[1]

fabian.delgado@pg.uleam.edu.ec; viviana.garcia@uleam.edu.ec; patricia.quiroz@uleam.edu.ec; john.cevallos@uleam.edu.ec; jorge.herrera@uleam.edu.ec; hiraida.santana@uleam.edu.ec; maria.lara@uleam.edu.ec

[1] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, 130214, Manta, Ecuador.

Pages: 462-475

Resumen: Los avances de las tecnologías de la información (TI) han proporcionado a las Universidades nuevas estrategias en la manipulación de la información. En la Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí (Uleam) los docentes que forman parte de esta comunidad universitaria acceden de forma limitada a los servicios de cloud computing, y se encuentran con inconvenientes en la gestión de la información. El objetivo de esta investigación es analizar los servicios de cloud computing de la Universidad, empleando el análisis del entorno y la aplicación de encuesta para recopilar información y posteriormente el estudio por medio de un algoritmo de minería de datos. Se realizó un estudio con 622 docentes de la Uleam que determinó la importancia de estos entornos participativos para proveer seguridad y veracidad de la información.

Palabras-clave: Cloud computing; entornos participativos; servicio en la nube; minería de datos.

Evaluation of cloud computing services in participatory environments of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Abstract: Information technology (IT) advances have provided universities with new strategies to manage information. At the Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí (Uleam), teachers who are part of this university community have limited access to cloud computing services and encounter problems in information management. The objective of this research is to analyze the cloud computing services of the University, using the analysis of the environment and the application of a survey to collect information and then the study using a data mining algorithm. A study with 622 Uleam teachers determined the importance of these participatory environments in providing security and veracity of information.

Keywords: Cloud computing; participatory environments; cloud service; data mining.

1. Introducción

Con el avance tecnológico, la aceleración de los requerimientos de los usuarios y la aparición de la pandemia de Covid-19 han creado nuevos paradigmas en la utilización de los servicios cloud utilizados en las universidades del país. Esto ha generado que las universidades migren sus actividades presenciales a actividades virtuales, obligándolos al uso de las tecnologías que, en ocasiones genera inconvenientes en la comunidad universitaria (docentes, estudiantes, personal administrativo y de servicio) (Infante Villagrán, V. A., Dapelo Pellerano, B. M. P., Cobo Rendon, R., López Angulo, Y., Escobar Alaniz, B., & Beyle, C., 2021).

La aparición de estos incidentes es independientemente a la calidad de servicio que preste en las gestiones de las universidades, sin embargo, pueden ser causantes de la degradación de los servicios que brinda, así como de la interrupción de los mismos por completo, el éxito de la gestión de incidentes dependerá de la capacidad de respuesta que se aplique a los mismos, esta capacidad puede mejorar o empeorar de acuerdo a las estrategias de gestión que se pongan en práctica en las universidades.

La gestión de estos incidentes aparece como un proceso encargado de lograr que los servicios de gestión universitaria regresen a su estado original, aún después de la aparición de un evento desfavorable como el Covid-19; dentro de los objetivos más sobresalientes se encuentra la pronta mitigación del impacto del incidente sobre la comunidad universitaria (Ashrafi et al.,2020), además, de lograr la continuidad del servicio independientemente de la gravedad del incidente (Araya-Castillo, L., Jiménez, C., Barrientos, N., Rivera, Y., Yáñez, V., y Contreras, N., 2020).

Por lo expuesto, hoy en día es necesario que la universidad posea un personal capacitado, organizado y debidamente estructurado para atender de manera inmediata los incidentes tecnológicos que se presenten, de manera que las consecuencias no lleguen a afectar o interrumpir las actividades y operaciones vitales de la institución (Escorcia & Barros, 2020). Como ayuda a este proceso se ha desarrollado herramientas que contribuyen a facilitar y sistematizar los procesos de la gestión de incidentes, así como también evaluar el mismo para lograr su evaluación y mejora continua (Lafont Mendoza, J., Torres Hoyos, F., y , J., Torres Hoyos, F., y Ensuncho Muñoz, A., 2021).

En términos concretos, establecimos como objetivo central: evaluar por medio de un algoritmo los servicios de Cloud Computing brindados a los docentes de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, que en adelante llamaremos Uleam.

Como objetivo particular se analizaron el estado del arte de los servicios en cloud computing brindados a los docentes de la Uleam. Así mismo, se identificaron las dificultades que tienen los servicios en cloud computing brindados a los docentes de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. De igual manera, se va a evaluar la propuesta por medio de un algoritmo de los servicios en cloud computing brindados a los docentes de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

En este sentido, el presente trabajo de titulación pretende demostrar la evaluación de los servicios en cloud computing en los docentes de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM), se logra analizar el actual proceso y sugerir mejoras en el mismo, utilizando la herramienta de Microsoft Power BI en la visualización de datos para la toma

de decisión en un nuevo modelo de gestión (Ordóñez, J., Cárdenas, J., Cuadrado, G., y Zamora, G. , 2021). Con esto quedarán sentadas las bases del nuevo enfoque estratégico en los servicios de cloud computing generados en la universidad, de igual manera se podrá obtener un comportamiento organizacional de los docentes perteneciente a la Uleam.

Para ello en la sección 2 se presenta sobre el marco teórico referencial planteamos los diferentes argumentos de investigación sobre los temas vinculados al cloud computing y sus incidencias en las universidades. En la sección 3 se muestra el análisis de cloud computing en la Uleam. En la sección 4 se muestra el proceso de minería de datos a la información recabada. En la sección 5 se muestran los resultados. Finalmente, en la sección 6 se muestran las conclusiones de la investigación.

2. Cloud Computing

Los entornos de cloud computing consiste en un conjunto de recursos físicos que son optimizados para maximizar su rentabilidad, incrementando los servicios ofrecidos y minimizando los costos totales (Aguilar, 2009). Los proveedores pueden reemplazar los dispositivos con fallas crecientes, desconectar unidades de hardware que no son utilizadas cuando la demanda de servicios es baja, o bien conectar nuevas unidades para atender las nuevas demandas (Badger, 2012)

Nube Privada. Los recursos y accesos son de uso exclusivo de una organización.

Nube Comunitaria. Los recursos son compartidos por una comunidad de organizaciones específicas, que poseen alguna característica especial que la hacen formar parte de esta comunidad. Estas comunidades obligan al proveedor a compartir políticas específicas entre los usuarios de la nube comunitaria.

Nube Pública. Los servicios se encuentran alocados dentro de los servidores del proveedor o de terceras partes. La infraestructura de la nube es compartida por varios clientes independientes y se debe asegura la independencia entre los entornos de estos clientes.

Nube Híbrida. Es una combinación de una nube privada, nube pública o nube comunitaria.

2.1. Niveles de Servicio

Los diferentes niveles de servicio que componen a Cloud Computing son IaaS, PaaS y SaaS. Sin embargo, en (Cisco Systems, Inc, 2019) se menciona otro nivel de servicio, aunque ciertos autores lo prefieren alojar en entre los mismo tres niveles de servicio y no crear uno nuevo, es el llamado ITaaS, IT como servicio, siendo un modelo de servicio donde una organización o individuo contrata con un proveedor de servicios para obtener conectividad de red y cualquier otro servicio incluido, como backup de red, recuperación de desastres, VPN, conferencias web, etc. Aunque este nivel es muy general y puede abarcar a los tres anteriores, pero de una forma unificada.

IaaS Infrastructure as a Service o infraestructura como servicio es entregar tanto hardware como software como un servicio. El ejemplo más común es el hosting, el cual, nos provee de hardware como un servidor y de software como un webserver.

Otra manera de ver IaaS es como la manera de compartir recursos para ejecutar servicios, típicamente utilizando tecnología de virtualización, en donde múltiples usuarios utilizan dichos recursos. Los recursos pueden fácilmente escalar cuando la demanda se incrementa, y generalmente se utiliza métodos como pago por uso. Uno de los servicios que toma importancia concerniente a la infraestructura es el Cloud Storage. Cloud Storage es almacenamiento localizado ya sea en Datacenters públicos o privados, separados del almacenamiento primario. Pertenece al nivel de infraestructura como servicio, la manera de implementación es a través del Service Oriented Architecture (SOA).

PaaS Platform as a Service o plataforma como servicio es entregar una plataforma de desarrollo de aplicaciones como un servicio para desarrolladores en la web. Generalmente se provee de herramientas tipo middleware, por ejemplo, Google AppEngine. Además de dicha entrega, también se ofrece un ambiente de ejecución como el servidor de aplicaciones.

SaaS Software as a Service o software como servicio provee la administración y hosting de aplicaciones con sus propios Datacenters, se maneja el término de múltiples inquilinos, por ejemplo, Oracle CRM On Demand o Salesforce. Es interesante lo que dice (A. Dver, 2008) acerca de SaaS, lo compara con la controversia que generó la computación cliente-servidor para reemplazar la computación de mainframes, y para el usuario final SaaS es un simple concepto, el usuario solamente ingresa a una aplicación a través del navegador web sin saber en dónde se aloja o como está siendo servida, solamente sabe que es rápida y segura.

CaaS, Container as a Service (contenedores como servicio), es uno de los conceptos más modernos, y frecuentes, de computación en la nube. CaaS se encuentra en un punto intermedio entre el IaaS y el PaaS. CaaS es un nuevo concepto por el cual podemos disponer de contenedores a demanda.

Por ello, con el CaaS podemos cumplir con las necesidades del IaaS (ya que no necesitamos un hardware virtualizado) y nos acercamos también al PaaS, ya que los contenedores se utilizan para implementar el producto final. (Gómez-Munoz, L., Abrahao, S., & Insfran, E. , 2018)

Afirma (Millares, 2020) “El Cloud Computing es una arquitectura de prestación y/o aprovisionamiento de servicios de tecnologías de la información y la comunicación que, en los últimos dos años, está adquiriendo bastante protagonismo.

Expresa (Campos Merchan, 2018) que “Los servicios de Cloud Computing en la actualidad son una herramienta tecnológica poco conocida y cuyas múltiples características proporcionan facilidad en el trabajo y ahorran recursos a las empresas cuyo presupuesto es mínimo, por ello una adecuada difusión permitirá que las pequeñas empresas estén tecnológicamente preparadas para poder expandir y dar a conocer sus productos y servicios.

2.2. Servicios en la nube

El uso de la nube para apoyar la colaboración, el almacenamiento de archivos y el acceso a las actualizaciones de software, así como el número de herramientas disponibles que dependen de las tecnologías en la nube, ha crecido enormemente, es así que en el ámbito educativo existe un sin número de herramientas orientadas a cambiar la forma de presentar los contenidos didácticos y el uso de los mismos en entornos colaborativos. A continuación, se detalla algunas de las herramientas para atender los servicios en el ámbito educativo las presentamos en la Tabla 1.

Tipo de Servicio	Función	Herramienta o Recurso	Proveedores	
			Google	Microsoft
De colaboración	Su utilidad es la posibilidad de trabajar e interactuarcon otras personas en proyectos de interés común y de forma colaborativa	Editor de Texto, hojas de cálculo, presentadores de ideas.	Geoogle Docs	Office Web Apps
		Wikis	Google Sites	Sharepoint
		Portafolios Digitales	Google Sites	EventNote
De comunicación	Útiles para compartir ideas e información de forma textual, en audio o video. Y de forma sincrónica o asincrónica.	Mensajería Instantánea	Google Talk	Lync
		Blogs	Google Blogger	Sharepoint
		Audio/Video Blogs	Google Blogger	Sharepoint
		Podcast	Geoogle Apps	Windows Movie Maker
		Audio/Video conferencia	Geoogle Video	Office 365
		Redes Sociales	Google App Engine	Microsoft Socl
		Correo electrónico	Gmail	Office 365
De documentación	Útiles para recolectar o presentar evidencias de experiencias, producciones.	Mapas conceptuales	Google Docs	Office Web Apps
		Blogs	Google Blogger	Sharepoint
		Audio/Video Blogs	Google Blogger	Sharepoint
		Portafolios Digitales	Google Sites	EventNote
De creación	Útiles para creación y representación de las ideas y conceptos.	Mapas Conceptuales	Google Docs	Office Web Apps
		Blogs	Google Blogger	Microsoft Sharepoint
		Audio/Video Blogs	Google Blogger	Microsoft Sharepoint

Tipo de Servicio	Función	Herramienta o Recurso	Proveedores	
			Google	Microsoft
De interacción	Permiten el intercambio de información, ideas, recursos o materiales en multiformato	Repositorios Digitales de Objetos de Aprendizaje	Google Sites	EventNote
		Simuladores		
		Redes Sociales	Google App Engine	Microsoft Socl
		Aulas Virtuales	Google Sites	Microsoft Office Live Meeting
		Bibliotecas Digitales	Google Book Search	Microsoft Online Book Search
		Comunidades virtuales	Google +	Microsoft Sharepoint

Tabla 1 – Herramientas de servicios de Cloud Computing en el ámbito educativo

3. Análisis de Cloud Computing en la Uleam

3.1. Contexto de la Investigación

El método usado en esta investigación es la encuesta, que tiene como objetivo la recopilación de información de los docentes que utilizan los servicios de cloud computing en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. Los datos de la encuesta están orientados a los servicios de SaaS, porque es el modelo de servicios más utilizado por los docentes de la universidad. Además, lograremos definir los resultados para la toma de decisiones en los servicios de SaaS como: diferentes actividades de diseño, implementación y despliegue de servicios cloud computing. La estructura utilizada para realizar la encuesta en la investigación es la recomendada por Kitchenham y Pfleeger (Kitchenham, B. A., & Pfleeger, S. L. , 2008) (Ver figura 1).

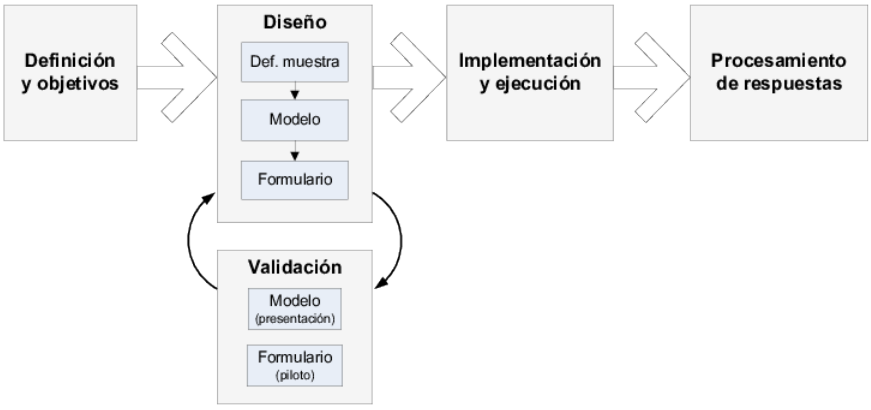


Figura 1 – Atributos del SMI y Subconjunto de características

En la figura 1 podemos identificar cada uno de los procesos que se ejecutaran en esta investigación. La pregunta de investigación sobre la percepción de valor del docente planteado en las encuestas es la siguiente:

P1: ¿Cuáles son las incidencias en la evaluación de los servicios de Cloud Computing brindados a los docentes en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí?

La población estará conformada por 1042 personas (Docentes nombramiento y de contrato) que laboran en la universidad durante el periodo 2021 (P2), y la muestra se establecerá según la herramienta que se utilice para los resultados. que son los docentes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. La muestra se calculará de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$n = \frac{Z^2 * \mathrm{P} * \mathrm{Q} * \mathrm{N}}{(\mathrm{N}-1)E^2 + Z^2 * P * Q}$$

En donde:

n= Tamaño de muestra

Z= Valor Z curva normal (1.96)

P= Probabilidad de éxito (0.50)

Q= Probabilidad de fracaso (0.50)

N= Población (1042)

E= Error muestral (0.05)

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.50) * (0.50) * (850)}{(1042-1)(0.05)^2 + (1.96)^2 * (0.50) * (0.50)}$$

$$n = \frac{(3.8416) * (0.25) * (850)}{(1041) * (0.0025) + (3.8416) * (0.25)}$$

$$n = \frac{(0.96065) * (850)}{0.3525 + 0.9604}$$

$$n = \frac{816.5525}{1.3129}$$

$$n = 622$$

La población encuestada en la investigación será de 622 docentes. En la tabla 2 se describen los procesos a realizar para cumplimiento del diseño de la encuesta.

ETAPA 1	
Fase 1. Diseño del Poyecto	Planteamiento de la idea del proyecto
	Planteamiento del Problema, objetivo, objeto y campo de estudio, metodologia, poblacion y muestra.
	Definicion del tipo de investigacion a aplicar
Fase 2. Diseño del instrumento	Selección del instrumento a aplicar
	Construccion del instrumento
	Validacion del instrumento, mediante la tecnica de juicio de experto
	Correcion y definicion del instrumento a aplicar
	Envio del custionario establecido en google Forms a directivos y docentes de la muestra selecionada (2038 docentes)
ETAPA 2	
Fase 3. Analisis de Resultados e informe final	Recoleccion y analisis de informacion mediante el formulario de Form
	Redaccion de las conclusiones generadas de los resultados
	Redaccion del informe de la propuesta de investigacion

Tabla 2 – Procesos de cumplimiento del diseño de la encuesta

La encuesta de investigación se basa al framework SMI (Baranwal, G., & Vidyarthi, D. P., 2014) en donde se obtiene un desglose sobre las características de los atributos de los servicios de SaaS de cloud computing. En la figura 2 se esquematiza los servicios de cloud computing con sus respectivos atributos. A continuación, detallamos brevemente de cómo se evalúa o se mide cada atributo.

Agilidad es la capacidad de un servicio de cambiar para ajustarse a las necesidades del cliente y con una mínima interrupción.

Elasticidad es la capacidad del servicio para ajustar el consumo de recursos según las necesidades del cliente (p.ej. velocidad de procesamiento o capacidad de almacenamiento).

Flexibilidad es la facilidad que brinda el servicio para agregar o eliminar funcionalidades.

Portabilidad es la capacidad del servicio para ser movido de una nube a otra con un esfuerzo mínimo, sin riesgos de pérdida de datos u otro daño que pueda sufrir el cliente.

Escalabilidad es la capacidad del servicio para soportar el crecimiento del cliente (p.ej. usuarios, datos, etc.).

Garantía se incluye atributos que indican qué tan probable es que un servicio esté disponible según sus especificaciones.

Disponibilidad se refiere al tiempo en que el servicio estará disponible para el cliente.

Recuperabilidad es el grado en que el servicio reanuda su funcionamiento normal luego de una interrupción no planificada.

Confiabilidad es la medida en que el servicio funciona a lo largo del tiempo sin presentar fallos, mide la frecuencia y la cantidad de tiempo en que el servicio no está disponible cuando sí debería estarlo.

Tolerancia a fallos es la capacidad del servicio para seguir funcionando a pesar de que uno o más componentes presenten fallos.

Finanzas esta categoría mide la cantidad de dinero que gasta el cliente por utilizar servicios cloud.

Costes son los gastos que tiene que hacer el cliente para utilizar servicios cloud (incluye coste de migración, uso, integración con otros servicios y costes futuros).

Rendimiento se contempla las características y funcionalidades de los servicios cloud.

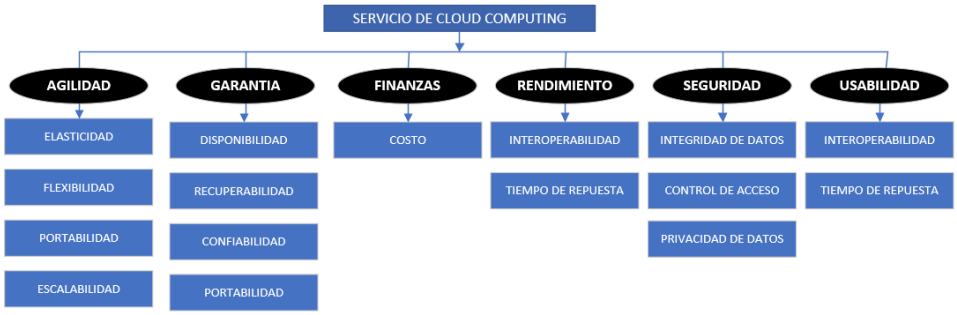


Figura 2 – Atributos y características de los servicios de cloud computing

Interoperabilidad es la facilidad con la que el servicio puede interactuar con otro servicio de la misma nube o de cualquier otra.

Tiempo de respuesta es el tiempo que tarda un servicio en responder desde que el usuario hace una petición.

Seguridad y privacidad esta categoría incluye atributos que miden la efectividad del control de acceso al servicio y los datos que administra.

Integridad de los datos es el servicio conserva los datos en un estado correcto y válido al ser creados, usados y almacenados.

Control de acceso y administración de privilegios son las políticas y procesos que definen el nivel de privilegios que tendrá cada usuario sobre los datos (p.ej. leer o modificar).

Privacidad de los datos son las medidas en que los mecanismos utilizados para garantizar la integridad de datos, que se cumplan los privilegios de acceso y que evitan la fuga de información, se ajustan a las necesidades del cliente.

Usabilidad se incluye atributos que miden la facilidad con que el servicio cloud puede ser utilizado.

Aprendizaje es la medida en que el servicio cloud permite al usuario aprender fácilmente a utilizarlo.

Operabilidad es la medida en que el servicio permite al usuario realizar sus tareas de manera ágil.

Transparencia es la medida en que el servicio permite hacer cambios a sus características o componentes sin afectar la usabilidad.

4. Proceso de minería de datos

Los datos se encuentras distribuidos según el criterio de los servicios de cloud computing al servicio de los docentes de la Uleam. Dentro del análisis de los datos, investigamos los resultados de los siguientes atributos.

Estos datos son estacionales porque se analiza en los docentes de la Uleam, el comportamiento o tendencia de satisfacción que a veces observamos en una serie de tiempo. Estos datos representan una colección de tareas o actividades que tienen relación entre sí, porque tienen una secuencia de resultados especifico entre los usuarios que requieren los docentes de diferentes servicios brindados por la universidad. Las fases y los procesos que se realizan para preparar los datos del algoritmo de minería de datos y que se describirán a continuación.

4.1. Definir el Problema

Para definir el problema, se ha realizado el proceso de minería de datos que lo representamos mediante un diagrama, logrando identificar las repuestas al problema. Los pasos son los siguientes: análisis de los requisitos comerciales, la definición del alcance del problema, la definición de las métricas mediante las cuales se evaluará el modelo y la definición de objetivos específicos para el proyecto de minería de datos. Con este modelo utilizado se está buscando una técnica de clasificación de diferentes conjuntos de datos obtenidos en la repuestas, por medios de reglas aplicadas en este modelo, para la identificación si una repuesta a la pregunta tiene la solución al requerimiento del modelo. Con este modelo queremos determinar las funcionalidades y características de los servicios en cloud computing brindados a los docentes de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí

4.2. Preparar los datos

Para realizar la preparación de datos, realizamos el paso o proceso de minería de datos que lo representamos mediante un diagrama, logrando consolidar y limpiar en los pasos que se identificaron en el diagrama de la Figura 3. Siendo la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, una institución de educación superior localizada en la ciudad de Manta en la provincia de Manabí, en donde tiene extensiones en diferentes cantones como son Bahía de Caráquez, El Carmen, Chone, Pedernales y Tosagua.

Para realizar la preparación de datos, realizamos el segundo paso o proceso de minería de datos que lo representamos mediante un diagrama, logrando consolidar y limpiar en los pasos que se identificaron en el diagrama. Por tener una población de docentes dispersa

en diferentes sedes, los datos tienen inconsistencias, es decir se ha obtenido respuestas faltantes, por tanto, se revisaron todos los datos, eliminar los datos incorrectos, datos faltantes y determinar las columnas más apropiada para el análisis, realizado esto se puede preparar los mismo y así obtener una información confiable.

4.3. Explorar los datos

Para realizar la exploración de datos, realizamos el paso o proceso de minería de datos que lo representamos mediante un diagrama, lo utilizamos para explorar y visualizar los datos. Esta fase es importante porque tendremos conocimientos desde el inicio hasta el final del proceso con la finalidad de identificar las áreas y conocer los patrones de resultados para obtener la solución al problema.

En esta fase de explorar los datos, nos ayuda a tomar decisiones, a conocer y profundizar los datos, a conocer la problemática específica mediante la aplicación de la pregunta. Con la utilización del programa Orange podemos identificar cada dato, se conocerá el movimiento de los patrones y con esta información podremos reflexionar sobre la toma de decisiones de los datos obtenidos en el análisis. Con esta técnica de exploración aplicadas se incluyen el cálculo de los de los valores mínimos y máximos, el cálculo de las desviaciones medias y estándar y la observación de la distribución de los datos.

4.4. Construir Modelos

Para construir modelos o modelos de minería, realizamos el cuarto paso o proceso de minería de datos que lo representamos mediante un diagrama, se utilizará la comprensión que se obtuvo en la fase o proceso de la exploración de datos, con la finalidad de definir y crear los modelos de datos.

Para construir el modelo, lo primero que se realizó cambiar el contenido de las preguntas planteadas en la investigación y definirlas con el nombre de las columnas que se quiere procesar, con un nombre corto pero relacionado con la pregunta original. La estructura de minería se vincula con la fuente de datos, pero esta no tiene dato hasta que lo procesa.

4.5. Evaluar Modelos

Para evaluar modelos, realizamos el quinto paso en el proceso de minería de datos que se representa mediante un diagrama, se va a explorar los modelos de minería de datos que se han creado para verificar su eficacia. Una vez realizado los procesos anteriores, nuestro modelo es probado creándose y ejecutándose varios modelos con diferentes datos para comprobar que el modelo funciona correctamente. Para comprobar nuestro modelo de estudio se utilizó el software Orange, que es un programa informático para realizar minería de datos y análisis de predictivos. Este programa nos ayuda con sus herramientas a separar los datos y vincularlos con otros datos de entrenamiento para probarlos con certeza y precisión todos los datos utilizados y obtener las consultas de predicción en el modelo investigado. La evaluación del modelo consiste en el proceso de evaluar el rendimiento de sus modelos de minería frente a datos reales. Esto es importante porque se logra comprender la calidad y las características de los datos antes de implementarlos en el modelo de estudio.

4.6. Implementación y actualización de modelos

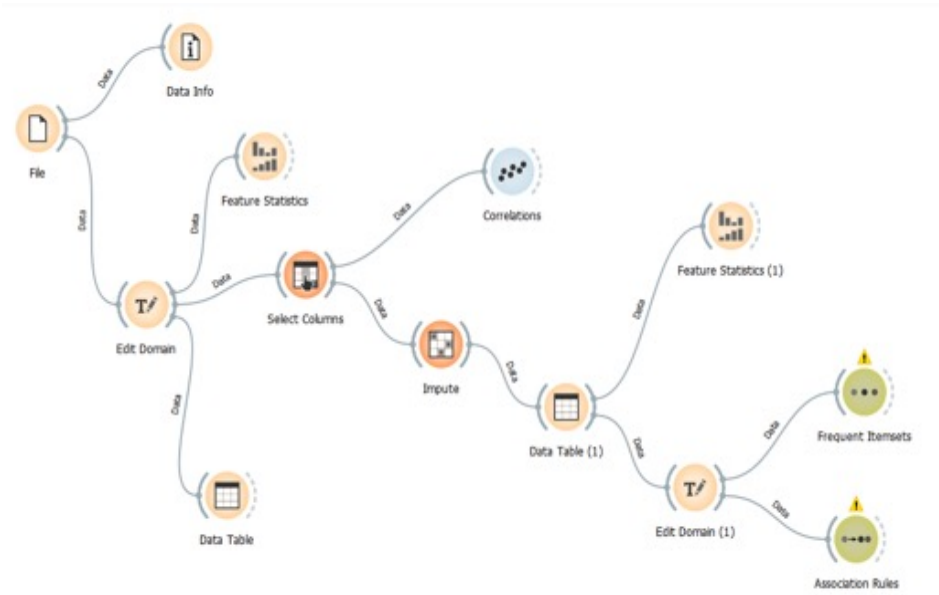


Figura 3 – Implementación y actualización de modelo

Para desplegar el modelo, realizamos el sexto paso en el proceso de minería de datos que se representa mediante un diagrama, se va a implementar el modelo en el mejor entorno de producción. Una vez obtenido el modelo, realizamos la ejecución del modelo en el programa de Orange obteniendo muchas tareas según sus necesidades. Procedemos a ingresar la base de datos desde el archivo de Excel convirtiéndolo en archivo scv para el proceso de minería de datos. El widget de archivo lee el archivo de datos de entrada (tabla de datos con instancias de datos) y envía el conjunto de datos a su canal de salida. Mantiene un historial de los archivos abiertos más recientemente. En la figura 3 se visualiza los diferentes procesos que se han realizado previa a la obtención del algoritmo.

5 Resultados

En la figura 4 se visualiza el nivel de importancia de los servicios de Docentes de la Uleam. De los 622 docentes encuestados 429 docentes indicaron que la seguridad es importante, 435 docentes indicaron que la velocidad después del fallo es muy importante, 475 docentes indicaron que es importante garantizar que los programas no presenten fallos y 463 docentes indicaron que es importante que después del fallo los programas sigan funcionando normalmente.

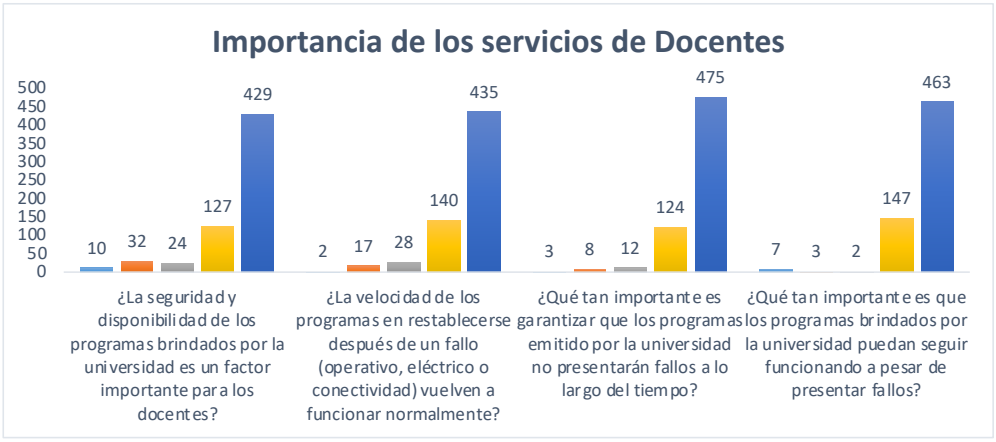


Figura 4 – Nivel de importancia de los servicios de cloud computing

6. Conclusiones

Se analizaron diferentes repositorios sobre los servicios en cloud computing en las universidades, que son requerimientos de la investigación con el objetivo de profundizar y aportar con datos actualizados de diferentes investigaciones. Se identificaron diferentes dificultades encontradas en los servicios de cloud computing brindados por la Uleam. Estas dificultades que se presentan en los servicios son: seguridad, velocidad, garantía y funcionalidad de los servicios de cloud computing en los diferentes programas generados por la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí al servicio de los docentes.

Resolver el problema de un modelo de datos de los servicios en cloud computing para entornos participativos de los docentes de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" aplicando un algoritmo. Para ello, se aplicó un algoritmo con los atributos, características y dominio del cloud computing según los datos obtenidos de los docentes de la Uleam. Para obtener un modelo se aplicaron reglas para obtener resultados, con ello logramos identificar que para los docentes de la Uleam lo más importante es utilizar servicios cloud computing que les permitan trabajar en entornos participativos eficientes.

Referencias

Aguilar, L. J. (2009). La Computación en Nube (Cloud Computing): El nuevo paradigma tecnológico para empresas y organizaciones en la Sociedad del Conocimiento. icade. Revista de la Facultad de Derecho, (76), P.p. 95-111.

Araya-Castillo, L., Jiménez, C., Barrientos, N., Rivera, Y., Yáñez, V., y Contreras, N. (2020). Importancia de la calidad de servicio en la Educación superior a distancia. Arandu UTIC, 7(2), P.p. 259–276.

Ashrafi, Amir et al. (2020). Exploring factors influencing students' continuance intention to use the learning management system (LMS): a multi-perspective framework. 1-23, feb. 2020. DOI: 10.1080/10494820.2020.1734028.

Badger, L. G.-C. (2012). Cloud computing synopsis and recommendations. . NIST special publication. 800-146 (2012).

Baranwal, G., & Vidyarthi, D. P. (2014). A framework for selection of best cloud ser-vice provider using ranked voting method. In 2014 IEEE international advance computing conference (IACC), (pp. 831-837). IEEE.

Campos Merchan, L. X. (2018). Cloud Computing como estrategia tecnologica para PYMES Caso Practico: Empresa NOVIATAT S.A de la ciudad de Guayaquil.

Escorcia, J. y Barros, D. (2020). Gestión del conocimiento en Instituciones de Educación Superior: Caracterización desde una reflexión teórica. . Revista de Ciencias Sociales (Ve), XXVI(3), p.p 83-97.

Gómez-Munoz, L., Abrahao, S., & Insfran, E. . (2018). Hacia un Framework de Adaptación para Micro-servicios y Contenedores.

Infante Villagrán, V. A., Dapelo Pellerano, B. M. P., Cobo Rendon, R., López Angulo, Y., Escobar Alaniz, B., & Beyle, C. (2021). Aplicaciones para la autorregulación del aprendizaje en contexto de la pandemia por COVID-19. Linguagem e Tecnologia, P.p1-24.

Kitchenham, B. A., & Pfleeger, S. L. . (2008). Personal opinion surveys. In Guide to advanced empirical software engineering Springer, London., pp. 63-92.

Lafont Mendoza, J., Torres Hoyos, F., y , J., Torres Hoyos, F., y Ensuncho Muñoz, A. (2021). , J., Torres Hoyos, F., y Ensuncho Muñoz, A. . Revista de Ciencias Sociales (Ve), XXVII(Especial 4), P.p. 306-318.

Millares, R. . (2020). Cloud Computing y Proteccion de Datos. . Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/788/78817024007.pdf.

Ordóñez, J., Cárdenas, J., Cuadrado, G., y Zamora, G. . (2021). Gestión administrativa de las instituciones de educación superior: Universidad Católica de Cuenca-Ecuador. . Revista de Ciencias Sociales (Ve), XXVII(1), 347-356.

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

Recebido/Submission: 10/12/2022
Aceitação/Acceptance: 11/03/2023

Impacto de la pandemia en el contexto educativo: percepción de los estudiantes de educación básica y media en el área rural

Yesenia Areniz-Arevalo[1], Luis Anderson Coronel-Rojas[1], Dewar Rico-Bautista[1]

yareniza@ufpso.edu.co; lacoronelr@ufpso.edu.co; dwricob@ufpso.edu.co

[1] Grupo de ingeniería en innovación, tecnología y emprendimiento (GRIITEM). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ocaña, Colombia.

Pages: 476-491

Resumen: El propósito de este capítulo es presentar los resultados de una investigación realizada para conocer la percepción de los estudiantes de los grados 6 a 11 de un Centro Educativo Rural, ubicado en el Municipio de Abrego, Norte de Santander en Colombia. Muestra el proceso educativo vivido durante el año 2020. Muestra que hay personas afectadas académicamente por la pandemia y son los niños de la zona rural. El objetivo de esta investigación es conocer el impacto de la pandemia en el contexto educativo desde la percepción de los estudiantes de primaria y secundaria de la zona rural, y cómo se han visto afectados si las medidas tomadas institucionalmente han sido suficientes para contrarrestar la situación actual. Para ello, se aplicaron tecnologías de recolección de datos como una encuesta a los estudiantes del Centro Educativo Rural San Javier, que permitió identificar aquellos aspectos relevantes de lo que perciben en su realidad académica rural. La zona rural ha sido una de las más afectadas durante la crisis educativa que dejó la COVID 19 en Colombia. Teniendo en cuenta que los niños apenas cuentan con recursos para asistir a la escuela de forma presencial, se suma ahora la demanda de recursos tecnológicos y medios de comunicación eficaces, lo que agrava la situación.

Palabras-clave: Educación rural; Impacto; Pandemia; Percepción.

Impact of the pandemic in the educational context: perception of elementary and middle school students in rural areas

Abstract: The purpose of this chapter is to present the results of a research conducted to know the perception of students in grades 6 to 11 of a Rural Educational Center, located in the Municipality of Abrego, Norte de Santander in Colombia. It shows the educational process lived during the year 2020. It shows that there are people academically affected by the pandemic and they are the children of the rural area. The objective of this research is to know the impact of the pandemic in the educational context from the perception of elementary and middle school students in the rural area, and how they have been affected if the measures taken institutionally have been sufficient to counteract the current situation. For this

purpose, data col-lection technologies such as a survey were applied to the students of the San Javier Rural Educational Center, which made it possible to identify those relevant aspects of what they perceive in their rural academic reality. The rural area has been one of the most affected during the educational crisis left in its wake by Covid 19 in Colombia. Considering that children hardly have the resources to attend school in person, the demand for technological resources and effective means of communication is now added, worsening the situation.

Keywords: Rural Education; Impact; Pandemic; Perception.

1. Introducción

A finales del año 2019, se desataba en Wuhan, un letal virus causante del Síndrome Respiratorio Agudo Severo 2 (SARS-CoV-2) o COVID-19 y donde posteriores investigaciones arrojaban que migraba de un animal a un ser humano, y permitía, desde ese momento, su transmisión entre humanos. Entonces empezaron a encontrarse con casos atípicos de neumonía con consecuencias mortales, causadas ya por este coronavirus, y el 31 de diciembre el gobierno chino notificó oficialmente a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la aparición de un nuevo virus causante de SARS (Sanahuja, 2020). Por lo tanto, en Colombia, se estableció cuarentena obligatoria a mediados del mes de marzo del año 2020, donde inocentemente se pensaba que sería algo momentáneo, pero las cosas fueron empeorando, los casos de contagiados y muertos incrementando cada vez más, cierre total de negocios, locales, escuelas, en fin, toda una cadena de malas noticias y decisiones, en muchos casos improvisadas, que tuvieron repercusión en todos los sectores del país. El sector rural no fue la excepción, y como lo manifiesta (Rodríguez et al., 2007), el atraso de las zonas rurales en los países en desarrollo es particularmente notorio al analizar el sector educativo. Es decir, si desde antes de la pandemia este era el concepto, qué se puede esperar con la llegada de este desastroso virus.

Si bien es cierto, el Gobierno Nacional ha generado diversas estrategias para lograr mantener una educación de calidad en el área rural, con la implementación de modelos como Escuela Nueva y posprimaria entre otros. Desafortunadamente, las zonas rurales presentan condiciones laborales desfavorables, desempleo, familias a temprana edad, extrema pobreza, analfabetismo, entre otros aspectos. Ello determina un patrón de poca permanencia en el sistema educativo de la población en edad escolar (Arias Gaviria, 2017). Con la llegada del virus esta situación se agudizó, y como lo expresa (Carrero Arango & González Rodríguez, 2017), en el medio rural, el servicio educativo se ha visto influido por las condiciones socioeconómicas, culturales y de infraestructura de las poblaciones rurales. Es una situación constante, que no ha podido recuperarse, mucho menos lo ha podido hacer en medio de esta pandemia. Cuesta Moreno (2008), manifiesta que, en la sistematización de estas experiencias, es notoria la carencia de referencias formativas en el plano de la comunicación educación, y, puntualmente, en el uso de micromedios o medios alternativos de comunicación, herramientas educativas caracterizadas por fomentar la identidad local, la visibilización social y el fortalecimiento de espacios democráticos. La pandemia tomó al mundo entero por sorpresa, es algo para que lo que nadie estaba preparado, ni siquiera los países del primer mundo. Particularmente a nuestro Centro Educativo le ha costado mucho trabajo porque los niños viven en veredas

donde tienen poco acceso a los recursos tecnológicos necesarios para medianamente mantener un proceso educativo digno (Centro Educativo Rural Cer San Javier, 2018).

Los docentes, hemos tenido que enfrentarnos a una experiencia totalmente nueva, pero a la vez enriquecedora, que nos ha permitido conocer y aprovechar aún más de la gran variedad de recursos tecnológicos con que se dispone en la actualidad, algunos se pueden aplicar para nuestros estudiantes otros no, pero en ese proceso lo importante es todo lo que se aprende (Areniz-Arevalo et al., 2020). La Sede Principal del Cer San Javier se encuentra ubicada al sur oriente de la cabecera municipal de Ábrego, a unos ocho kilómetros de distancia por carretera destapada. Limita al norte con la Vereda Santa Lucia, al sur con la Vereda la María, al oriente con el Oroque parte alta, chorro, las guamas y las lajas y al occidente con Haraganazo y el pozo. Este centro está conformado por las siguientes sedes; Haraganazo, el Pozo, las Guamas, las Lajas (actualmente cerrada por falta de alumnos), el Chorro, Oroque Parte Alta, Santa Lucia, la Estancia, Rio frio, Oroque, el Tirol. Situadas en veredas que llevan su mismo nombre y que son atravesadas por quebradas que desembocan en los ríos: Oroque y Río Frío (Centro Educativo Rural Cer San Javier, 2018). Dispone de un cuerpo docente capacitado para atender a la población vulnerable de la comunidad con la que cuenta el CER, la educación es muy activa ya que permite que los educandos sean formados integralmente y se puede observar que el 95% de los educandos matriculados han aprobado su año lectivo y se les han proporcionado las herramientas y estrategias adecuadas para el proceso de enseñanza aprendizaje. En cuanto a los resultados de las pruebas se han tenido falencias debido a los diferentes motivos que se presenta en la Comunidad: población flotante, falta de recursos económicos, distancia de las familias por las sedes, dificultad de los estudiantes de quinto primaria para acceder al CER, falta de interés de los padres de familia; por esta razón hay educandos que han sido transferidos y desertados del establecimiento educativo.

En cuanto a la situación geográfica, se cuenta con un relieve variado, encontramos llanuras, montañas, colinas y son atravesadas por quebradas que desembocan en los ríos: Oroque y Río Frío. Algunas sedes del CER se encuentran ubicada en sitios turísticos reconocidos del municipio y a nivel departamental, como Piedras Negras, La Represa, El Chorro, El Pozo del Burro. Presenta clima templado el cual facilita el desarrollo de las actividades agrícolas. La mayoría de la población de las veredas que conforman el CER son propietarios de fincas, cuentan con variedad de cultivos tales como: cebolla, tabaco, tomate, frijol, maíz, yuca, plátano, lulo, alverja y aguacate. Utilizan sus tierras para potreros el cual sirve de sustento a los animales domésticos: vacas, cerdos, gallinas, caballo con los que satisfacen sus necesidades básicas. En esta zona predomina la música carranguera y el baile típico la machetilla con la que manifiestan su alegría y la unión familiar, su gente honesta, responsable y solidaria. En las celebraciones especiales se destacan platos típicos como: el sancocho de gallina, buñuelos, chicha bollos de mazorca, arepas de maíz, tamales y el queso criollo. (Centro Educativo Rural Cer San Javier, 2018). El Centro Educativo Rural San Javier brinda una formación educativa académica desde el Preescolar hasta la Media académica, con énfasis en aprendizaje productivo. En este se promueve, la convivencia dentro de los derechos fundamentales.

2. Metodología

El tipo de investigación utilizado en la presente investigación es descriptivo, el cual busca establecer las propiedades y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, 2014). El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

- Población. La población objeto de estudio está conformada por los estudiantes de los grados 6 a 11 del Centro Educativo Rural San Javier de Ábrego, Norte de Santander, es decir 102 estudiantes.
- Muestra. Para este proyecto se decidió el tipo de muestreo probabilístico, con el método aleatorio simple, debido a que cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado como sujeto, dando como resultado una muestra de 28 estudiantes. Ver Tabla 1.

No se obtuvo un número equitativo de estudiantes por grado, porque mantener contacto con ellos fue bastante difícil, como se explicará en el desarrollo del presente documento, sin embargo, se buscaron las estrategias que fueran más eficaces para la obtención de información, por ejemplo, se enviaron las encuestas con sus padres, otros, vía telefónica, etc.

- Técnicas. La recolección de información se llevó a cabo mediante la encuesta, que fue aplicada a la muestra seleccionada, donde se buscaba obtener de forma consciente y dirigida, datos que proporcionen elementos para la investigación. Para ello se diseñaron 13 preguntas sencillas en su comprensión, puesto que estas serían enviadas a los estudiantes durante la entrega quincenal de guías que se realiza a padres de familia. En el siguiente encuentro estas diligenciadas serían nuevamente recolectadas por la docente que lidera el proyecto de investigación.

Grado	Cantidad de alumnos
Sexto	1
Séptimo	10
octavo	2
Noveno	7
Décimo	2
Undécimo	6
Total	28

Tabla 1 – Descripción de los encuestados

3. Resultados

Se llegó la pandemia, sin embargo, este hecho inusual no termina con el proceso de enseñanza-aprendizaje, por el contrario, obligó a todas las instituciones educativas, así

como a la comunidad docente a reinventarse para continuar con la enseñanza en línea (Nuere & de Miguel, 2020). Como ya se mencionó, se aplicó a los estudiantes del Cer San Javier, una encuesta de 13 preguntas, pero para efectos de este documento se presentan los resultados de algunas de las respuestas más relevantes:

La primera pregunta, está asociada al nivel educativo de los padres, ver Tabla 2 y Figura 1.

Nivel educativo de los padres		
	Número Alumnos	**Porcentaje**
Sin estudios	2	7%
Primaria	20	72%
Secundaria	4	14%
universitarios	2	7%

Tabla 2 – Nivel educativo de los padres

Es así como se establece que se debe garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo, muchos niños de los sectores rurales de Colombia no acceden a este privilegio debido a que muchos de ellos desde pequeños comienzan a labrar sus tierras.

Como se puede observar en la Figura 1, los resultados para este este interrogante son los siguientes: el 72% manifiesta que corresponde al nivel educativo de primaria, al sumarlo con la opción "sin estudios" suman un 79%, es decir, la gran mayoría, tienen estudios inferiores a los que los niños están realizando en este momento que es Posprimaria, lo que implica que difícilmente ellos pueden asesorarlos con las actividades escolares, es posible que tengan la voluntad pero no las competencias necesarias para poderlos apoyar.

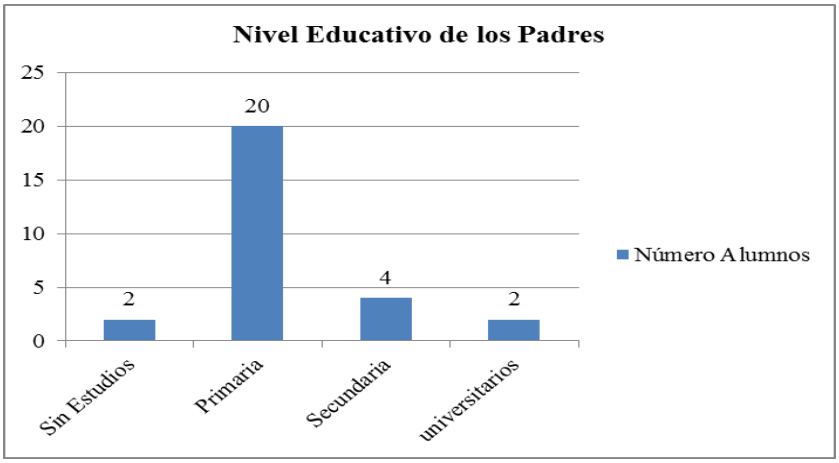


Figura 1 – Nivel educativo de los padres

De igual manera se les preguntó si reciben el apoyo de algún familiar para el desarrollo de sus actividades académicas. Como se observa en la Figura 14, un poco más de la mitad de los estudiantes, se apoya en otros familiares, como sus padres, sus hermanos mayores, primos, incluso vecinos o compañeros para sacar adelante sus responsabilidades, sin embargo, sí manifiestan que debido a las obligaciones que estas personas tienen o la de ellos mismos, a veces no les pueden brindar ese apoyo que necesitan, es decir, su asesoría no es constante.

Los jóvenes ven con dificultad el desarrollo de las actividades académicas desde casa, ya que algunos han manifestado a sus docentes que no reciben de sus padres el apoyo necesario (46%), al contrario al ver los niños en sus casas les ponen más trabajos del campo como recoger cosechas o labrar la tierra, todo esto en tiempos de pandemia donde permanecen todo el tiempo en casa, entonces les impiden cumplir con sus compromisos académicos y poder rendir con calidad en cada una de las materias del grado al que corresponden. De hecho, se ha visto reflejado que muchos de los estudiantes que tuvieron buen rendimiento en la presencialidad ahora se mantienen en el grupo de aquellos de bajo rendimiento.

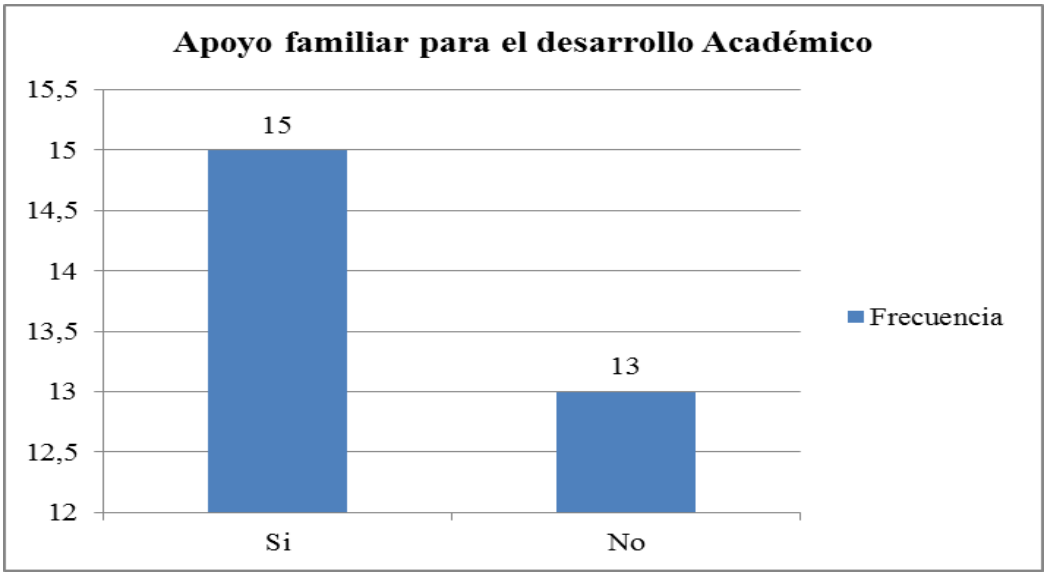


Figura 2 – Apoyo familiar para el desarrollo académico

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en Colombia para el último trimestre del año 2018, se registraron 340.000 niños que realizan trabajos rurales siendo el mayor porcentaje los hombres (DANE, 2018). Recursos con que cuenta para el desarrollo de las actividades académicas en casa:

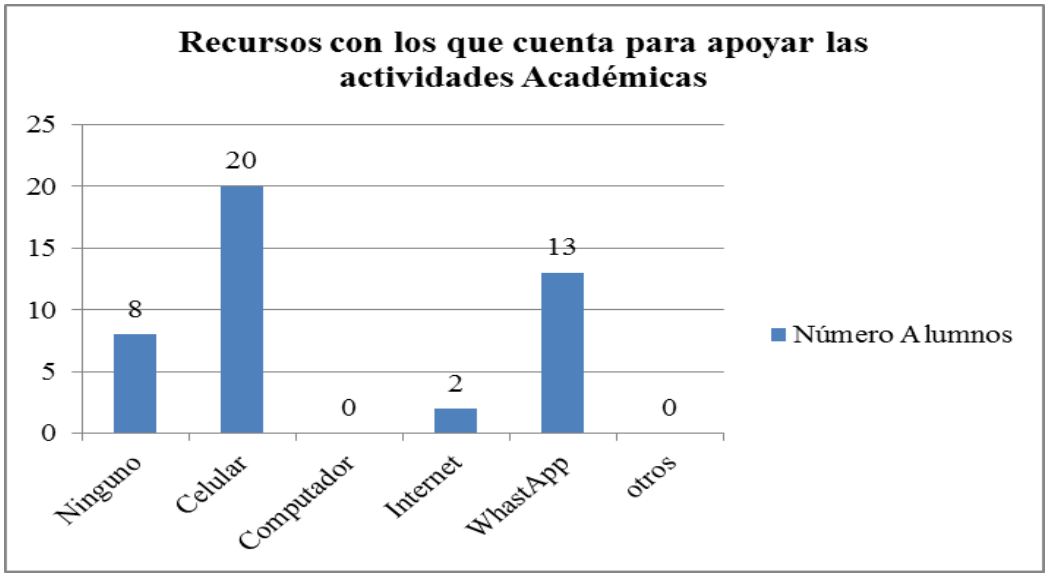


Figura 3 – Recursos con que cuentan

De la Figura 3 se puede concluir lo siguiente: ninguno tiene computador en su casa, algunos no tienen absolutamente ninguna herramienta (28%), una gran parte (72%) tienen celular, pero no tienen internet, ni plan de datos, y finalmente están los que tienen celular con WhatsApp que corresponde al 46%. Con esta descripción es muy complicado que los estudiantes del área rural puedan salir adelante con sus compromisos académicos. De todas formas, el hecho de contar con celular y servicio de internet no es garantía de que los estudiantes establezcan comunicación eficaz con los docentes, pues aquí entra en juego otro aspecto, y es el tema de la responsabilidad, pues algunos a pesar de tener todas las herramientas disponibles no hacen uso de ellas.

La falta de recursos tecnológicos para la gran mayoría de estudiantes en las zonas rulares no contribuyen con un aprendizaje de calidad, ya que para ellos el docente es un elemento fundamental en la explicación de los diferentes temas y la no interacción con ellos dificulta un poco más adquirir los conocimientos, más cuando no se cuenta con recurso tecnológico disponible las 24 horas del día que les facilite el autoaprendizaje, es relevante mencionar que tanto el docente como como la tecnología ambos basados en la autonomía o basados en la comunicación contribuyen a un mejor aprendizaje (Medina Cárdenas & Rico Bautista, 2014; Rico-Bautista et al., 2019; Rueda-Rueda et al., 2019). Es así como este nuevo paradigma de virtualidad no se presenta como algo nuevo a nivel mundial, pero para muchos municipios y veredas de nuestra región que apenas están aprendiendo a sobrevivir con esta metodología de aprendizaje si lo es. La virtualidad ofrece muchas formas de aprender siempre y cuando se cuente con los recursos necesarios, en la zona rural debido al covid-19 aparece un nuevo camino a explorar en cuanto a la virtualidad, por lo tanto, hay que tener en cuenta que se necesita creatividad para afrontar los nuevos retos formativos que surgen de situaciones extremas tanto para

los docentes, directivos y estudiantes, entendiendo y no siendo apáticos al valor que ofrecen los medios para reinterpretar, repensar la educación y sus mecanismos. Las teorías del aprendizaje, los métodos, la didáctica, la comunicación, deben ubicarse en un espacio virtual que se presenta con todo tipo de posibilidades de creación. (Nuere & de Miguel, 2020).

En la pregunta sobre desde dónde acceden a internet. Un gran porcentaje (60%) manifiesta que para acceder a internet recurren a las recargas de celular, pero también expresan que estas no las pueden hacer constantemente y que procuran hacerlo por lo menos una vez a la semana y les dura un día, para poderse comunicar con los docentes o compañeros, ver Figura 4.

No obstante, debido a la situación extrema derivada de la pandemia a la que nos enfrentamos en el 2020, se pudo evidenciar la carencia de dispositivos móviles como Tablet, computadores, teléfonos celulares con acceso a internet en la zona rural, por tal razón se observó que las necesidades de los alumnos de la zona urbana y la zona rural no son equitativas dificultando el auto aprendizaje de forma virtual.

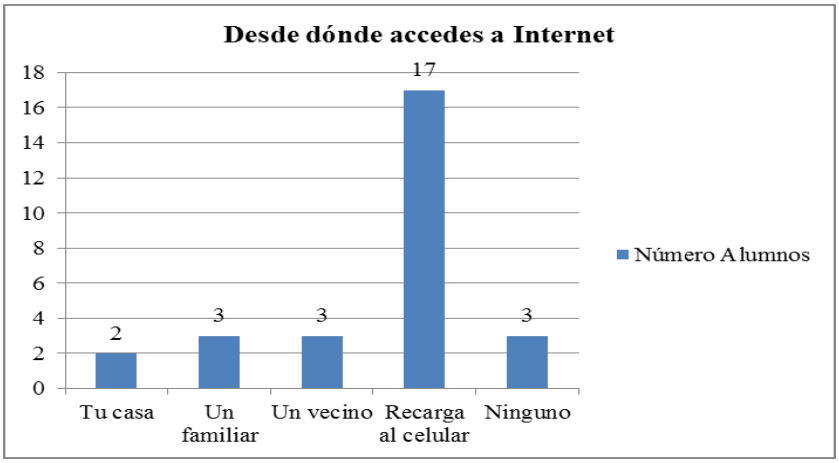


Figura 4 – Desde dónde acceden a Internet

Además, los alumnos no cuentan con la ayuda suficiente por parte del Ministerio de Educación Nacional, Alcaldía o Gobernación para hacerle frente a la emergencia causada por el Covid-19, así como en otros países que la unión de empresa - estado con estrategias, contribuyeron a que los estudiantes contaran con ayudas económicas o recursos tecnológicos directa e indirectamente a través de las instituciones educativas para facilitarle la conectividad a cada uno de ellos y así evitar que los estudiantes perdieran clases y evitar la deserción. Es decir, en Europa, a los alumnos que no disponían de acceso a internet, ni de dispositivos tecnológicos, las escuelas les proporcionaron de forma gratuita tarjetas SIM con acceso ilimitado a internet (European Union Agency for Fundamental Rights, 2020, The World Bank, 2020). (Divjak & Pažur Aničić, 2019) A esta iniciativa se sumaron compañías móviles que proporcionaron, a todo el alumnado que

hubiera recibido las tabletas, tarjetas SIM con acceso gratuito a contenidos educativos, además de 2GB de internet al mes. (Divjak, 2020).

Con respecto a la calidad del servicio de internet esto respondieron: Tan sólo el 28% manifiesta tener un buen servicio de internet cuando acceden a él, recordemos que sólo el 7% afirmaron tener el servicio de internet, sin embargo, calificaron el servicio cuando acceden a internet desde cualquier lugar o cuando realizan las recargas, entonces, en su mayoría viven muy alejados del casco urbano lo que implica que aún con la recarga el servicio de Internet es muy regular o malo (57%). Y finalmente están los que no tienen acceso de ninguna forma y es el 10%, ver Figura 5.

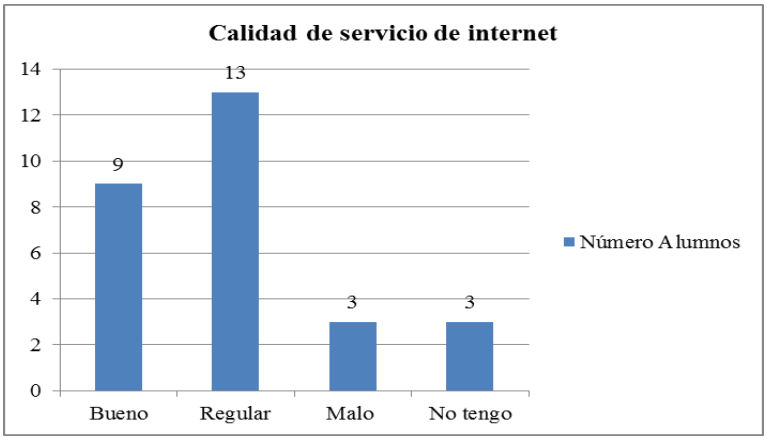


Figura 5 – Calidad del servicio de internet

Cuando se les preguntó sobre las formas de comunicación que tiene con los docentes, estas fueron sus respuestas:



Figura 6 – Forma de comunicación con los profesores

Para nadie es un secreto que todavía existen docentes que no manejan el Whatsapp y si no lo hacen a manera de ocio, mucho menos para utilizarlo como herramienta de trabajo académico.

Como se puede observar en la Figura 6, algunos (17%) tan sólo tienen contacto con los profesores a través de las guías que se entregan a sus padres o acudientes, otros adicional a las guías utilizan las llamadas telefónicas para tener algún tipo de contacto con ellos y aclarar sus dudas, y la gran mayoría (60%), lo hace a través de WhatsApp. Sin embargo, es importante mencionar que esto se logra cuando hacen alguna recarga y dependiendo de la disponibilidad del profesor.

En la vida rural del país, es normal que niños, niñas y docentes, aparte de tener que caminar dos y hasta cuatro horas para llegar a la escuela, madrugar a las cuatro de la mañana, transitar bajo la lluvia por caminos enlodados, volver a casa para hacer tareas sin internet, biblioteca o ruta de bus, porque en la vereda eso no existe; llegan a ayudar en la huerta familiar, a recoger la cosecha y a dedicar parte del tiempo escolar al trabajo del campo. Eso es cotidiano en la vida rural, luego: a acostarse muy temprano para volver a iniciar (Arias Gaviria, 2017), esa es la vida escolar rural, y en esta pandemia se puedo evidenciar que la única manera de poder llegar a los estudiantes es con la entrega de guías educativas de cada tema, algunos con la ayuda del whastapp cuando pueden conectarse o encuentran señal en un lugar alejado con una recarga de datos buscar explicación a sus docentes, otros lo hacen con llamadas, pero al final siempre se ha dificultado, es así que los días de recoger las guías resueltas muchos niños las entregan en limpio.

Los docentes buscan la manera de realizar las guías de una forma fácil y muy didáctica que los niños pueden entenderlas, pero ha sucedido que muchos no tienen las mismas habilidades de aprendizaje.

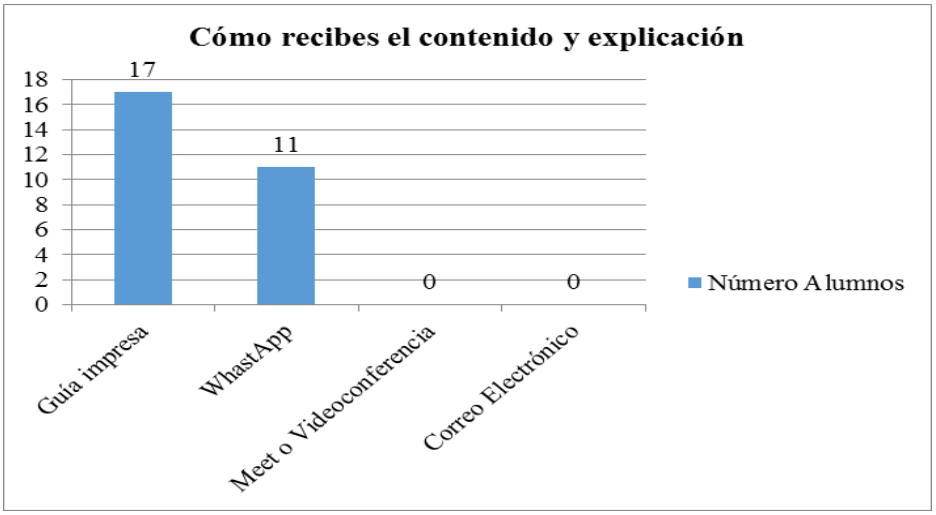


Figura 7 – Cómo reciben el contenido y explicación de los temas

Desde las directivas del Centro Educativo el esfuerzo ha sido grande, pues tener que brindar solución sin tener los recursos suficientes y necesarios fue una ardua labor, sin embargo, se logró hacer a tiempo, pues a los niños a comienzos de la pandemia se les entregaron unos kits escolares con colores, lapiceros, blogs de papel bond y por supuesto las guías. Posteriormente se siguieron entregando guías impresas pero la gestión realizada jugó un papel fundamental, ver Figura 7.

Frente a la manera como reciben el contenido y explicación, las respuestas estuvieron divididas entre las guías y el WhatsApp, dado que los niños explicaron que con algunos docentes el WhatsApp no lo utilizaban para obtener explicaciones de los temas sino para aclarar alguna duda sobre fechas de entrega de guías, o información institucional. Se mantiene la guía impresa como herramienta que mayormente (60%) utilizan los docentes para entregar el contenido con la explicación de los temas.

Obviamente se tuvieron inconvenientes durante el año 2020 con la calidad de las impresiones, se entregaron guías a blanco y negro y en algunas asignaturas eso es una dificultad, además se copiaban imágenes que al fotocopiarlas no se veía muy bien, entonces los estudiantes manifestaban en ocasiones la inconformidad con el material entregado. Ese tema con el transcurrir del tiempo fue mejorando, pero es volver a recaer en lo mismo, la falta de recursos para obtener copias a color y de buena calidad es el obstáculo en la mayoría de los casos.

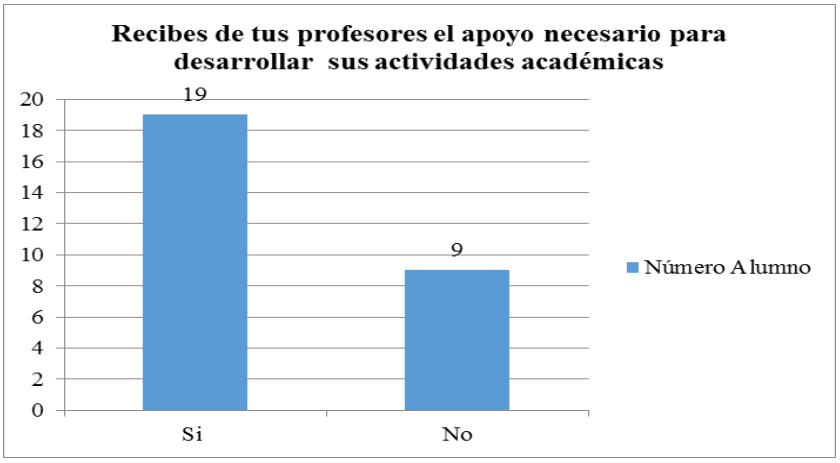


Figura 8 – Reciben apoyo de sus profesores

Frente a la pregunta si reciben el apoyo necesario para desarrollar las actividades académicas por parte de los profesores, ellos argumentaron que Sí con un 68% y No con un 32%. Para esta última respuesta, se presentan diferentes escenarios, los que manifestaron que no porque es el docente quien no está pendiente de las necesidades de los niños y los que afirman que por ellos mismos no contar con los recursos para establecer y mantener esta comunicación, se hace difícil recibir la asesoría requerida, ver Figura 8.

Los docentes también tuvieron que entrar en un proceso complejo, sobre todo aquellos que han sido renuentes a evolucionar al ritmo de las TIC, a causa de la pandemia tuvieron que verse prácticamente obligados, sin embargo, algunos lo han hecho bien y han salido victoriosos, pero para otros ha sido una situación tan compleja que les ha generado daños a su salud mental y física.

La reciente pandemia de COVID-19, ha demostrado cómo las TIC permiten que las personas trabajen y aprendan de forma remota como nunca. En particular, las medidas y herramientas innovadoras, como las aplicaciones móviles de rastreo de contactos digitales, se aplican en todo el mundo para contener la propagación del virus (Sharma et al., 2021). Pero que en la zona rural esto no ha sido de esta manera, se ha trabajado con mucha dificultad, muchos niños no han aprendido lo suficiente, los padres de familias varias veces realizan las tareas ellos mismos evidenciando el docente solamente con el tipo de letra en los trabajos, aunque la emergencia nos ha enseñado que debemos adecuarnos y reinventarnos todos no tienen las mismas posibilidades como pasa con la zona rural, si en tiempos normales las instituciones educativas no contaban con herramientas tecnológicas y conexión a internet las 24 horas del día, que podemos esperar de los estudiantes que viven en montañas sin señal, sin datos y sin internet.

Finalmente, se les realizó una pregunta abierta, ¿cómo crees que el proceso puede mejorar teniendo en cuenta la forma en que se viene trabajando?, algunas de las respuestas de los niños fueron las siguientes: “volver a clases normalmente”, “empezar con la alternancia”, “que nos regalen computadores para trabajar desde casa”, “que mejoren la conexión a internet en la zona rural”. Sin duda alguna, las respuestas más comunes estaban asociadas con retornar a las aulas de clase, más porque ellos por pertenecer al área rural no tienen idea de la magnitud del daño que ha causado el virus en la sociedad en general, entonces lo ven como algo sencillo y que se puede hacer de forma inmediata.

En tiempos de pandemia, los niños y adolescentes son especialmente vulnerables. Desde el punto de vista personal, el constante desarrollo de estructuras y funciones propician esta condición, sobre todo en el sistema nervioso, que es uno de los más imperfectamente desarrollados, de manera específica en el aspecto funcional. (Mar & Cristo, 2021).

Es evidente además que los niños necesitan volver a encontrarse con sus compañeros y docentes. La National Child Traumatic Stress Network, red americana dedicada a mejorar el acceso a la atención y tratamiento de niños y adolescentes expuestos a eventos traumáticos, informa que la respuesta psicológica al COVID-19 dependerá de la edad del niño.

Como lo expresa (Espada et al., 2020), en la etapa preescolar, el miedo a estar solo, el miedo a la oscuridad o las pesadillas, las conductas regresivas, los cambios en el apetito y un aumento de rabietas, quejas o conductas de apego son las reacciones más esperables. Los niños de 6 a 12 años, en la etapa escolar, podrían manifestar irritabilidad, pesadillas, problemas de sueño o del apetito, síntomas físicos como dolores de cabeza o dolores de barriga, problemas de conducta o apego excesivo, así como pérdida de interés por sus compañeros y competencia por la atención de los padres en casa. En adolescentes de 13 a 18 años puede ser habitual encontrar síntomas físicos, problemas de sueño o de apetito, aislamiento de compañeros y seres queridos, pero también un aumento o

disminución de su energía, apatía y desatención a los comportamientos de promoción de la salud. Cuando los problemas descritos requieran intervención durante la cuarentena, los profesionales deben seguir las recomendaciones específicas para la intervención tele sicológica (Marta et al., n.d.)

Por lo tanto, los estudiantes del Centro Educativo Rural esperan el retorno a las aulas ya sea en modo de alternancia o de forma presencial lo antes posible, pues en diálogos con ellos, expresan que les hacen falta los docentes, las actividades recreativas en el colegio, la interacción y juegos con sus compañeros, las actividades lúdicas y deportivas, las clases presenciales, entre otros que los hacía tan felices (Rico-bautista et al., 2021; Rico-Bautista et al., 2017).

4. Conclusiones

La pandemia además nos tomó por sorpresa, pues nadie estaba preparado para este ciclo nefasto, que ha dejado a su paso no sólo muerte y desolación, sino una crisis económica difícil de superar y hasta el sector rural han llegado los tentáculos del Covid 19. El escenario es claro y muy seguramente repetitivo en todo el país, sigue siendo la parte rural la más afectada y por ende los niños los más perjudicados en este proceso educativo por causa de la pandemia, tampoco hay que olvidar, que dadas las condiciones de los estudiantes de este sector, ellos se ven obligados en muchas ocasiones a tener que cooperar con sus padres en las labores del campo, impidiendo que puedan mantener el ritmo académico, pues sus padres a veces no entienden que aunque ellos no asistan al colegio sí tienen responsabilidades con el mismo.

La escasez de recursos tecnológicos también ha afectado en gran medida el proceso académico y es difícil no sólo para los estudiantes sino también para los docentes que no hallan la forma de establecer un canal de comunicación eficaz con ellos y que permita avanzar en los contenidos. Es bien sabido que las actividades extracurriculares, recreativas, culturales, deportivas, donde ellos mantienen un contacto directo con sus compañeros, genera en los niños motivación por la escuela y carecer de ellas hace que pierdan el interés por el aprendizaje. Entonces, si el proceso de enseñanza y aprendizaje en circunstancias normales donde el docente tiene esa relación directa con los estudiantes, explica el tema, los saca al tablero, realiza actividades en grupo, desarrollan ejercicios en clase, si con todos estos métodos, se torna lento el proceso, qué se puede esperar de esta nueva metodología prácticamente de autoaprendizaje en casa, que como ya se mostró en la presente investigación, los niños carecen de personas de apoyo en sus hogares, pues sus padres difícilmente cuentan con un nivel de estudios de primaria.

Si bien es cierto sus padres tienen toda la voluntad no tienen las competencias necesarias para brindarles asesorías académicas, lo que aumenta las condiciones que entorpecen el proceso de enseñanza y aprendizaje. Bajo estas condiciones de escases de recursos, incluso los docentes se limitan en sus actividades pues no pueden colocar trabajos de investigación, o actividades manuales que requieran tener que conseguir algo en la papelería, son ellos, conscientes de que los estudiantes del Centro Educativo carecen en su mayoría de Internet o herramientas que permitan sacar adelante estas actividades. Por otra parte, algunos docentes se han visto sumergidos en una crisis física y/o emocional, dado el cambio repentino de metodología que los obliga al uso de TIC

en su proceso de enseñanza y al que habían estado renuentes a incursionar. No es difícil encontrar docentes con sus clases preparadas en cuadernos que ya tienen años y años de uso y que evidencian el tiempo en sus portadas. Y aunque no es el tema de discusión del presente documento, es una situación que ha afectado también a los estudiantes, pues tuvieron que elaborar las guías en digital para su posterior impresión y eso les ha generado el incremento en sus niveles de estrés, porque plasmar en unas hojas lo que quieren explicar a sus alumnos donde antes lo hacían frente a frente no es una tarea sencilla.

Si la situación del área rural ha sido complicada antes de la pandemia, es inimaginable cómo se encuentran ellos en estos momentos, donde carecen de recursos, internet, infraestructura tecnológica, etc. Nuestro país no puede seguir apagando incendios con el sector rural, se debe establecer una política o plan de contingencia ante situaciones de este tipo, que permitan estar de alguna manera preparados para afrontarlos sin que se genere tanto traumatismo y donde los niños son los más perjudicados y que se refleje en el Proyecto Educativo Institucional PEI de cada Colegio o Centro Educativo. Es necesario que el sector rural tengo mayor conectividad y acceso a tecnología que les permita mantenerse conectados con el mundo más cuando se presentan situaciones atípicas como lo ocurrido a finales del 2019 y que ya lleva alrededor de un año y medio.

La percepción de los estudiantes a esta experiencia es que no es sencillo, que la falta de recursos ha dificultado más su proceso, que algunos ni siquiera mantienen contacto con los docentes y sin el apoyo en casa, la situación se complica aún más. Estudiantes de rendimiento excelente han desmejorado bastante, debido a que manifiestan que sus padres no entienden que, aunque ellos están en casa, tienen muchos compromisos académicos que implica al menos una jornada completa de dedicación, pero ellos prefieren mandarlos a jornalear. A los estudiantes se les ha pedido como una estrategia, que se apoyen en sus hermanos mayores en caso de tenerlos, en un familiar o incluso un vecino, que pueda brindarles la asesoría necesaria. Algunos lo han hecho y eso les ha permitido tener un avance significativo, pero otros han tenido muchas complicaciones para recibir estas asesorías. Por su parte, los docentes tratan de mejorar cada día la calidad de las guías entregadas, procurando sean clara, concretas y muy didácticas. Sin embargo, ha sido un proceso gradual, que ha requerido tiempo para pulirlo como se desea, incluso todavía hay aspectos que se deben mejorar.

Los estudiantes anhelan más que nada retornar a la normalidad académica, no vislumbran la magnitud de lo que está sucediendo, y si es por parte de los padres la mayoría también añora que sus hijos retornen a las aulas, pues esta afirmación, aunque no se incluyó en la encuesta ni fueron ellos los encuestados de la presente investigación, si se tiene la información de las encuestas aplicadas en la institución a finales del año inmediatamente anterior, donde se les preguntó si estaban de acuerdo con que sus hijos entraran en alternancia académica para el año 2021. En el área rural, el impacto de la pandemia a nivel nacional no ha sido tan crítico como en las grandes ciudades, por eso es fácil que ellos, tanto padres como estudiantes, lo vean como algo sin trascendencia y manifiesten su deseo de volver al aula cuanto antes.

Ha sido difícil lograr mantener un proceso educativo eficaz en el sector rural con tantas necesidades por parte de las familias a las que pertenecen los niños del sector rural. Las directivas del Centro Educativo Rural han gestionado de forma eficiente sus

responsabilidades frente a la pandemia que se ve reflejado en la entrega oportuna de guías, la organización de las formas de trabajo con los docentes, el establecimiento de canales de comunicación con los estudiantes, etc. Finalmente, el Gobierno Nacional ha tenido buenas intenciones, pero la materialización de estas no ha sido lo esperado, pues, por ejemplo, el proceso de entrega de recursos ha sido lento y ha dificultado la ejecución de actividades planeadas en el modelo de Alternancia.

Referencias

Areniz-Arevalo, Y., Barrientos-Avendaño, E., Coronel-Rojas, L., Cuesta-Quintero, F., Bayona-Ibañez, E., & Rico-Bautista, D. (2020). Plataforma Moodle como apoyo a la presencialidad: Experiencia de uso en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña en tiempo de Covid-19. Revista de La Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO), 1(2), 74–82. http://revista.aipo.es/index.php/INTERACCION/article/view/25/34%0Ahttp://revista.aipo.es/index.php/INTERACCION/article/view/25

Arias Gaviria, J. (2017). Problemas y retos de la educación rural colombiana. Revista Educación y Ciudad, 33, 53–62. https://doi.org/10.36737/01230425.v0.n33.2017.1647

Carrero Arango, M. L., & González Rodríguez, M. F. (2017). La educación rural en Colombia: experiencias y perspectivas. Praxis Pedagógica, 16(19), 79–89. https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.16.19.2016.79-89

Centro Educativo Rural Cer San Javier. (2018). Proyecto Educativo Institucional PEI.

Cuesta Moreno, Ó. J. (2008). Reflexiones sobre la educación rural en el marco de la comunicación-educación. Civilizar, 8(15), 89. https://doi.org/10.22518/16578953.741

DANE. (2018). Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Divjak, B. (2020). Croatia - How have we introduced Distance Learning? 47.

Divjak, B., & Pažur Aničić, K. (2019). Preparation , monitoring and evaluation of the comprehensive curricular reform experimental programme „ School for Life “.

Espada, J. P., Orgilés, M., Piqueras, J. A., & Morales, A. (2020). Las Buenas Prácticas en la Atención Psicológica Infanto-juvenil ante el COVID-19. Clínica y Salud, 31(2), 109–113. https://doi.org/10.5093/clysa2020a14

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Libro Metodología de la Investigación 6ta edición SAMPIERI (PDF) | Metodologiaecs. In Book.

Mar, I., & Cristo, E. (2021). Impacto psicológico de la COVID-19 en niños y adolescentes Psychological impact of the COVID-19 in children and adolescents. 25(1), 123–141.

Marta, A., Mart, T., & Cebri, R. P. (n.d.). Guía para la Intervención Telepsicológica (C. oficial de P. de M & Adrid (eds.)).

Medina Cárdenas, Y. C., & Rico Bautista, D. W. (2014). The tutorial function: Design of strategies for promoting collaborative learning in virtual environments [La función tutorial: Diseño de estrategias para el fomento del aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales]. In B. J. O. A. T. A. Callaos N. Sanchez B. (Ed.), CISCI 2014 - Decima Tercera Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernetica e Informatica, Undecimo Simposium Iberoamericano en Educacion, Cibernetica e Informatica, SIECI 2014 - Memorias (pp. 248–253). International Institute of Informatics and Systemics, IIIS. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84923116858&partnerID=40&md5=765e40910d701c6a36095f64b2c17742

Nuere, S., & de Miguel, L. (2020). The Digital/Technological Connection with COVID-19: An Unprecedented Challenge in University Teaching. Technology, Knowledge and Learning, 0123456789. https://doi.org/10.1007/s10758-020-09454-6

Rico-Bautista, D., Guerrero, C. D., Collazos, C. A., & Maestre-góngora, G. (2021). Smart University : A vision of technology adoption Universidad inteligente : Una visión de la adopción de la tecnología. Revista Colombiana de Computación, 22(1), 44–55. https://doi.org/10.29375/25392115.4153

Rico-Bautista, D., Hernandez, L. L., & Suárez, A. (2017). La gamificación y arquitectura funcional: Estrategia práctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje usando la tecnología. Revista Ingenio UFPSO.

Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., & Guerrero, C. D. (2019). Smart University: A Review from the Educational and Technological View of Internet of Things. In P. M., F. C., & R. A. (Eds.), International Conference on Information Technology and Systems, ICITS 2019 (Vol. 918, pp. 427–440). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_42

Rodríguez, C., Sánchez, F., & Armenta, A. (2007). Cede Hacia Una Mejor Educación Rural : Impacto De Un Improving Rural Education : Impact Evaluation of a Supply Side Intervention Program in Colombia. Documento CEDE 2007-13CEDE 2007-13, 7191, 34.

Rueda-Rueda, J. S., Rico-Bautista, D., & Flórez-Solano, É. (2019). Education in ICT: Teaching to use, teaching to protect oneself and teaching to create [Educación en TIC: Enseñar a usar, enseñar a protegerse y enseñar a crear tecnología]. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 2019(19), 252–264. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069208534&partnerID=40&md5=848fdb7af84b58a6f58de9401342a87a

Sanahuja, J. A. (2020). Riesgos globales y multilateralismo: el impacto de la Covid-19. Anuario CEIPAZ 2019-2020, 54.

Sharma, T., Dyer, H. A., & Bashir, M. (2021). Enabling User-centered Privacy Controls for Mobile Applications. ACM Transactions on Internet Technology, 21(1), 1–24. https://doi.org/10.1145/3434777

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

Recebido/Submission: 06/12/2022
Aceitação/Acceptance: 09/03/2023

Construcción de una base de datos no estructurada para procesar datos espirométricos

Luz Marina Sierra-Martínez[1], Jorge Alfredo Tunubalá-Ramírez[2], Diego H. Peluffo Ordóñez[3]

lsierra@unicauca.edu.co; jorgetunubala@unicauca.edu.co; peluffo.diego@um6p.ma; diego.peluffo@sdas-group.com

[1] Docente Universidad del Cauca, Calle 5 #4-70, 190003, Popayán, Colombia.

[2] Estudiante Ingeniería de Sistemas, Calle 5 #4-70, 190003, Popayán, Colombia.

[3] Docente Mohammed VI Polytechnic University, Lot 660, Hay Moulay Rachid Ben Guerir, 43150, Marruecos.

Pages: 492-505

Resumen: Las Bases de Datos No SQL se están convirtiendo en una opción para almacenamiento de información, en la actualidad muchas aplicaciones en el área de salud se están soportando sobre este tipo de almacenamiento, dadas su facilidad de crecimiento horizontal con hardware de bajo costo. Los registros espirométricos son una herramienta útil para realizar seguimiento y diagnóstico de pacientes con afecciones respiratorias, contar con estos registros en un almacenamiento de fácil accesibilidad y crecimiento como lo son las BD No SQL favorecen tanto el cargue como la extracción de la información para futuros procesamientos con herramientas de aprendizaje automático que permitan identificar, clasificar o predecir situaciones asociadas a los pacientes. Adicionalmente, en este estudio se realiza una breve revisión de literatura que involucra un comparativo entre BDR y BD No SQL, los motores más utilizados, su desempeño y algunos casos del área de salud, dado que no se encontró desarrollos similares para registros espirométricos.

Palabras-clave: Almacenamiento de registros espirométricos; Arquitectura de la información; Base de Datos Relacional; Base de datos No SQL; Registros espirométricos.

Building an unstructured database to process spirometric data

Abstract: Non-SQL databases are becoming an option for information storage, and many healthcare applications are currently relying on this type of storage, given their ease of horizontal growth with low-cost hardware. Spirometric records are a useful tool for monitoring and diagnosing patients with respiratory conditions. Having these records in an easily accessible and easy to grow storage, such as No SQL DBs, favors both the loading and extraction of information for further processing. with machine learning tools that allow the identification, classification or prediction of situations associated with patients. Additionally, this

study includes a brief literature review that involves a comparison between RDBs and Non-SQL databases, the most used engines, their performance, and some cases in the health sector, since no similar works for spirometric records to the best knowledge of the authors.

Keywords: Information architecture; No SQL Database; Relational Database; spirometric records; storage of spirometric records.

1. Introducción

En la actualidad, la espirometría es un procedimiento esencial en el diagnóstico de enfermedades respiratorias (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), asma bronquial, bronquiectasias, fibrosis pulmonar, enfermedades neuromusculares, entre otras), ya que permite el seguimiento de su estado clínico, la valoración de riesgo quirúrgico y las complicaciones que se presenten en las intervenciones(García-Río et al., 2013), por tanto, en tiempos de la pandemia ocasionada por el COVID-19, se ha convertido en una herramienta muy importante para pacientes que han sufrido esta enfermedad y han quedado con algún inconveniente respiratorio. La espirometría es una prueba que se encarga de medir el flujo de aire que entra a los pulmones(García-Río et al., 2013). Según la organización American Thoracic Society (ATS) o Sociedad Torácica Americana y Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR), indican que la espirometría es muy importante para diagnosticar la salud respiratoria al predecir con gran exactitud la mortalidad y el índice de supervivencia(Benítez-Pérez et al., 2016).

Con el fin caracterizar la información recolectada se utilizan enfoques de reconocimiento y comparación de patrones que permitan su clasificación (García-Río et al., 2013). Algunos estudios que han realizado procesamiento de datos a través de técnicas de aprendizaje automático son: En (Howard et al., 2015), a través de técnicas de machine learning, se distingue los subtipos de asma y sibilancia en la infancia con el fin de identificar los verdaderos endotipos de asma, lo cual puede ser un paso crucial hacia la comprensión de sus distintos mecanismos fisiopatológicos, que en última instancia podrían conducir a estrategias de prevención más precisas. En (Bodduluri et al., 2013), se evaluó el rendimiento de las características biomecánicas basadas en tomografía computarizada (TC) de la función pulmonar y la presencia y gravedad de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la clasificación se realiza mediante el algoritmo de aprendizaje k vecino más cercano llegando a concluir que las características biomecánicas derivadas de la TC se desempeñaron bien en la evaluación de la presencia y la gravedad de la EPOC. En el examen de espirometría se debe considerar tanto los datos de referencia como la información recopilada de las pruebas realizadas a los pacientes, brindando una base para determinar patrones (obstructivo, restrictivo, mixto y normal). Aunque se han desarrollado diversos estudios sobre reconocimiento en registros de espirometría aún existen problemas abiertos relacionados con la interpretación del fenómeno fisiológico, coste computacional y precisión. Por tanto, en aras de realizar estudios similares sobre los datos obtenidos de los registros espirométricos es fundamental tener una base de datos que permita apoyar la realización de estos estudios para facilitar el procesamiento de los datos que se vayan recolectando.

La necesidad del almacenamiento de información ha llevado a las empresas a utilizar las bases de datos como estrategia para resguardar y utilizar la información, la cual es de vital importancia para toma de decisiones básica, niveles de calidad, grado de integración(Meir & Kaufmann, 2019). En términos generales, se utilizan principalmente dos tipos de bases de datos, las Relacionales (BDR) o SQL (Structured Query Language), que representan datos y relaciones entre estos y las tables; y las BD No SQL que como su nombre lo indica no almacenan los datos en tablas y no utilizan el lenguaje SQL para la manipulación de estos(Meir & Kaufmann, 2019); siendo esta últimas las que han ido tomando más fuerza principalmente porque permiten crecimiento horizontal y no requieren hardware costoso.

En este estudio se realiza en primera instancia, una breve revisión de literatura que involucra un comparativo entre BDR y BD No SQL, los motores más utilizados, su desempeño y algunos casos del área de salud, en donde se han utilizado este tipo de modelado para resguardar la información; y en segunda instancia, la selección de un motor de base de datos para el almacenamiento de registros espirométricos, el modelado la BD y la definición de la arquitectura de la información para almacenar y extraer información espirométrica que pueda ser procesada posteriormente mediante técnicas de aprendizaje de máquina. En consecuencia, este trabajo busca aportar un proceso completo de selección, modelado y construcción de una base de datos de datos específicos arrojados por el espirómetro, y la información clínica del paciente (edad, estatura, peso, u otros), que al mismo tiempo favorezca el posterior procesamiento de los datos con herramientas y técnicas de aprendizaje automático.

2. Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo de este estudio se divide en dos grandes etapas como se puede apreciar en la Figura 1. La primera etapa corresponde a una breve revisión de literatura que utilizó algunas de los lineamientos propuestos por Petersen (Petersen et al., 2015), tuvo como propósito la selección del tipo de BD y el motor a utilizar.

Los lineamientos que se tuvieron en cuenta fueron: 1) Se realizó un estudio preliminar con palabras clave en bases de datos académicas como Scopus, IEEE explorer, Springer y Science Direct, con el de identificar los términos de interés, como No SQL, Medical Records, Healthcare applications. 2) Se definió cuáles eran los temas por incluir en este estudio: Conceptos y características de las BD No SQL, comparaciones de desempeño entre ellas y con las BD Relacionales, Motores más utilizados, esto con el fin de poder identificar cuál tipo de BD era el deseado para el almacenamiento de la información espirométrica y el motor a utilizar. 3) Se elaboraron varias cadenas de búsqueda como: *"NoSQL" AND ("Medical Records" OR "*Medical *Applications")* y *"NoSQL" AND ("performance" OR Comparative)*. Se aplicaron criterios de exclusión como relación no directa con el tema de interés, duplicados, estudios inferiores 2016 y escritos en idioma diferente al inglés. Como criterios de inclusión Responden al tema de interés, artículos de Journals o proceedings.

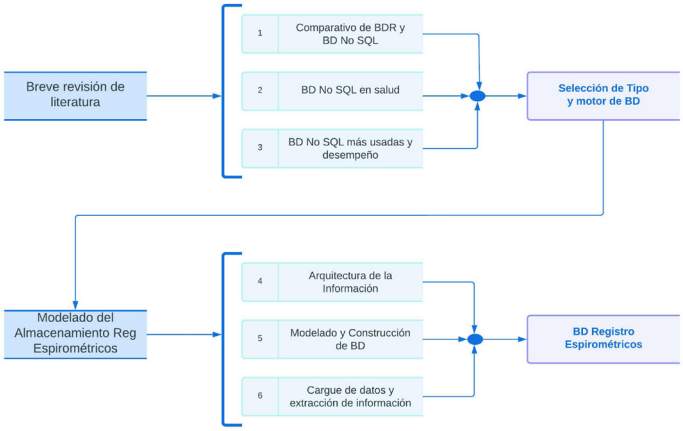


Figura 1 – Etapas de la metodología utilizada. Fuente: Propia

En la segunda etapa, en primera instancia, se definió el flujo de datos mediante una arquitectura de información, seguidamente, se definió el modelo de la BD teniendo en cuenta la información de los registros espirométricos que involucra las variables presentadas en la Tabla 1, y en segunda instancia, se desarrollaron dos aplicativos que permiten hacer cargue de datos y extracción de información resultante de una consulta a la BD con el fin de utilizar en un procesamiento posterior.

Nombre	**Descripción – PRE- POST**
Datos Paciente	_Id: Identificador. Código Paciente: Numero asignado. Edad, genero, altura, peso, grupo étnico, fuma.
Resultados	
FVC: Capacidad vital forzada	Fecha de la Prueba, medida ➔ en Litros. LLN ➔ límite inferior de la normalidad de FVC medida en litros. Teórico ➔ valor de referencia. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje de referencia en el primer segundo. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ valor del volumen aspirado forzado en cada prueba. Post ➔ valor después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.
FEV1: Cantidad de aire exhalado en el primer segundo	Medida en litros, Teórico ➔ valor de referencia. LLN ➔ límite inferior de la normalidad de volumen espiratorio forzado en el primer segundo en litros. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje de referencia en el primer segundo. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ valor del FEV1 en cada prueba. Post ➔ valor después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.
FEV1/FVC: Cantidad de aire total espirado en el primer segundo	Medida en porcentaje. Teórico ➔ valor de referencia. LLN ➔ Porcentaje del límite inferior de la normalidad del cociente que muestra la relación entre ambos parámetros. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje de referencia del cociente en el primer segundo. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ valor del cociente en cada prueba. Post ➔ valor del cociente después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.

Nombre	Descripción – PRE- POST
PEF: Cantidad máxima de aire que puede exhalarse por segundo en un expiración forzada	Medida en Litros/segundo. Teórico ➔ valor de referencia. LLN ➔ límite inferior de la normalidad del flujo espiratorio máximo. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje del valor de referencia flujo espiratorio. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ flujo espiratorio en cada prueba. Post ➔ valor después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.
ELA: Valor de la edad pulmonar estimada en años del más alto valor entre las tres pruebas realizadas.	Medida en años. Teórico ➔ valor de referencia. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje del valor de referencia de la edad pulmonar. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ edad pulmonar estimada en cada prueba. Post ➔ valor después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.
FEF2575: Flujo espiratorio medio.	Medido en litros/ segundos. Teórico ➔ valor de referencia. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje del valor de referencia del flujo espiratorio medio. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ valor del flujo espiratorio medio en cada prueba. Post ➔ valor después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.
FET: Valor de referencia del tiempo de espiración forzada en segundos.	Medida segundos. Teórico ➔ valor de referencia. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje del valor de referencia del tiempo de espiración forzada. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ valor en segundos del tiempo de espiración forzada en cada prueba. Post ➔ valor después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.
FIVC: Capacidad vital forzada inspirada	Medida en litros. LLN➔ límite inferior de normalidad. Teórico ➔ valor de referencia. BEST ➔ más alto valor de las tres pruebas. Porcentaje Teórico ➔ porcentaje del valor de referencia de la capacidad vital forzada inspirada. Pre1, Pre2, Pre3 ➔ valor de la capacidad vital forzada inspirada en cada prueba. Post ➔ valor después del medicamento. Porcentaje Teórico y Porcentaje de Cambio.
FEV1/VC: Cociente de la relación entre FEV1 y la capacidad vital lenta (VC)	Medida porcentaje. LLN ➔ porcentaje del límite inferior de normalidad. Teórico ➔ valor de referencia.
espirometría	Resultado, en la BD se incluirá como será clase
Imagen1	Ruta de las curvas del examen
Imagen 2	Ruta de las curvas del examen

Tabla 1 – Definición de variables espirométricas(Rivero-Yeverino, 2019)

3. Resultados

3.1. Revisión y Selección de un motor de bases de datos NoSQL para el almacenamiento de datos espirométricos

Comparación de las bases de datos relacionales y no relacionales.

Una base de datos relacional – BDR, integra principalmente dos componentes como se puede apreciar en la Figura 2 – . El primero es el de almacenamiento, que guarda la información (datos propios de los datos a resguardar y del sistema de BD) y las relaciones entre éstos datos, y el segundo componente es el de gestión, que contiene las

definiciones relacionales de los datos, selección y manipulación del lenguaje SQL, así como servicios para la restauración, protección y backup de los datos(Sakr, S., Zomaya, 2019). Se resalta que son fáciles de implementar, robustas, consistentes y seguras, pero muy rígidas(Kunda & Phiri, 2017)

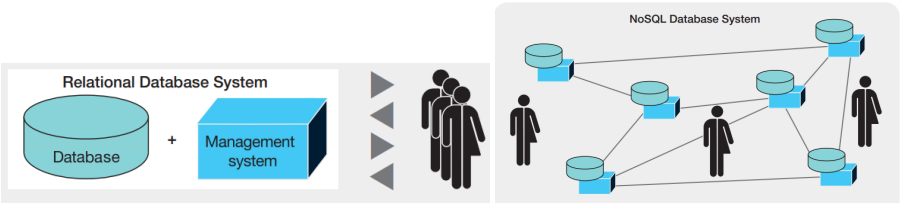


Figura 2 – Componentes de una base de datos Relacional y No relacional.
Fuente: (Sakr, S., Zomaya, 2019)

Las Bases de datos No relacionales o como más comúnmente se les conoce NoSQL término utilizado para cualquier gestión de datos en donde los datos no se encuentren almacenados en tablas y su lenguaje no sea SQL. Su estructura se puede apreciar en la Figura 2 (b), donde se puede apreciar que el gestor de base de datos NoSQL usa almacenamiento distribuido en donde los datos están almacenados en parejas (clave - valor), columnas, documentos, o grafos. También involucran conceptos como hash para garantizar el acceso a los datos(Sakr, S., Zomaya, 2019). Cabe resaltar su buen desempeño en grandes volúmenes de información y el soporte de datos no estructurado, pero es menos segura y consistente en comparación con una Base de Datos relacional.

Teniendo en cuenta lo anterior, algunos criterios de comparación relevantes para el almacenamiento y procesamiento de registros espirométricos son(Kunda & Phiri, 2017): 1) Escalabilidad: Una BDR puede crecer, pero estará limitada por el hardware, en contraste una BD NoSQL se puede escalar horizontalmente sin incurrir en costos altos, incluso a través de máquinas virtuales sin afectar el rendimiento. 2) Costo: Se pueden conseguir BDR de open source y propietarias, no obstante, en algunos casos obtener funcionalidades adicionales puede incluir costos. BD NoSQL en su mayoría son open source ofreciendo grandes oportunidades para todo tipo de usuarios. 3) Manejo de grandes volúmenes de información y disponibilidad: En términos generales, las BD NoSQL tienen mejor desempeño incluso ante la presencia de fallas se puede acceder a parte de la información. 4) Desempeño: Dada la complejidad de las operaciones que se realizan en una consulta de una BDR, el desempeño de las BD NoSQL es sobresaliente debido a que pueden recuperar información de memoria volátil. 5) Seguridad: Las BDR cuentan con fuertes mecanismos de seguridad, mientras que las BD NoSQL no tienen mecanismos de seguridad, es manejada por el middleware, por tanto, podrían estar más expuestas a ataques. 6) Consistencia: BDR cuentan con esquemas fuertes de consistencia mientras las BD NoSQL poca consistencia, por tanto, su uso dependerá del tipo de aplicación y los requerimientos de esta.

Contemplando los aspectos revisados anteriormente, para el caso de la construcción de una base de datos para almacenar registros espirométricos sobre los cuales se desea hacer a futuro diferentes procesamientos de análisis de datos se considera que la BD No SQL es una mejor opción dada la flexibilidad en el manejo de los datos, accesibilidad y costos, esto porque los formatos de resultados espirométricos pueden variar en algunos valores lo cual puede dificultar su almacenamiento en una BDR. También se espera ir creciendo progresivamente en el volumen de los datos espirométricos, por tanto, una BD NoSQL apoya esta situación a futuro sin incurrir en cambios grandes en hardware o implementaciones.

3.2. Breve revisión sobre usos de las BD NoSQL en el área de salud

Algunas soluciones en el área de salud o ciencias médicas que han involucrado la implementación de bases de datos NoSQL son: En 2016, Freire y otros(Freire, SM et al., 2016), desarrollaron un estudio experimental sobre el desempeño de las consultas en BD No SQL que almacenan grandes volúmenes de datos EHR(Electronic Health Record), en donde 4.2 millones de registros almacenados en una BDR fueron exportados a JSON y puesto a prueba obteniendo que Couchbase obtuvo mejores tiempos de respuesta con relación a la BDR. En 2019, Khennou, Houda y Khamlichi(Khennou et al., 2019), presentaron resultados exitosos en la migración de un sistema tradicional de registros médicos a OpenEHR orientado a documento No SQL, a pesar de ser una tarea dispendiosa y compleja obtuvieron el despliegue de metadatos y reglas de mapeo del proyecto permitiendo la automatización del proceso de integración de la interoperabilidad. En 2020, Chen y otros(Chen et al., 2020), desarrollaron un sistema para almacenamiento y gestión del historial del paciente favoreciendo los diferentes accesos a esta información También, Ramos y otros(Ramos et al., 2020), construyeron un intérprete de Lenguaje de Consulta Arquetipo (Archetype Query Language – AQL) para el gestor de MongoDB, en donde AQL es independiente del sistema, la aplicación y el entorno, que tiene la capacidad de realizar consultas semánticas en sistemas EHR (Electronic Health Record). MongoDB es eficiente para almacenar y recuperar la información solicitada. En 2021, Zhang & Wang(Zhang & Wang, 2021), diseñaron y desarrollaron un sistema médico seguro sobre Hadoop que provee servicios para la gestión pacientes por parte del personal médico. También en 2021, Hurtado y otros(Hurtado et al., 2021), implementaron el sistema FIMED 2.0 para gestionar de forma flexible y sin requerir habilidades informáticas avanzadas información sobre ensayos clínicos, se desarrolló sobre MongoDB, permitiendo integrar en forma dinámica los datos clínicos en función de las necesidades del ensayo y el procesamiento de aprendizaje de máquina requerido como interpolación lineal, árboles y regresión Gradient Boosting Machine.

Los anteriores trabajos permiten apreciar la tendencia de migración de informaciones médicas a bases de datos No SQL, por sus diferentes ventajas como el volumen de datos, la accesibilidad y sus posibilidades de escalabilidad. Cabe destacar que a nivel de registros espirométricos no se encontraron sistema de gestión y almacenamiento de información en bases de datos relacionales o No SQL, por tanto, este trabajo hace una primera aproximación a su uso y beneficios en el caso de registros espirométricos cuyo

volumen de información va en aumento teniendo en cuenta la pandemia ocasionada por el COVID-19.

BD NoSQL más comúnmente utilizadas: 1) Apache Cassandra: Se define como una base de datos NoSQL distribuida y masivamente escalable, tiene su origen en Facebook, que lo diseño para potenciar la funcionalidad de búsqueda en el inbox, fue liberado en el año 2008 y en febrero de 2010 se convirtió en un proyecto de la fundación Apache(Apache, 2022). 2) ArangoDB: almacena datos en forma de documento en formato JSON, puede compartir los datos de estructura de los documentos por tanto reduce el espacio de almacenamiento físico como volátil(ArangoDB, 2022). 3) CouchDB: Es una plataforma de código abierto, heredera de Lotus Notes, fue lanzada en 2005 y es desarrollada por la Fundación de Software Apache. Está implementada en Erlang y mediante la replicación asíncrona logra escalabilidad y no a través de la fragmentación automática. Es una base de datos sin esquemas basada en documentos independientes (Cordeiro & Postolache, 2018). 4) Hadoop está formado por HDFS (Hadoop Distributed File System), YARN (Yet Another Resource Negotiator) y MapReduce. La combinación de estos permite que los datos se encuentren replicados y distribuidos por N nodos beneficiando la capacidad de acceso a grandes volúmenes(SAS, 2022). 5) HBase: Es una base de datos NoSQL de código abierto, distribuido y escalable que admite el almacenamiento de datos estructurados para tablas grandes (Apache, 2022). 6) MongoDB: Es una base de datos distribuida y documental, lo que significa que almacena datos en forma de documentos tipo JSON, diseñada para desarrolladores de aplicaciones modernas y para la era de la nube(MongoDB, 2022). Cabe destacar que el formato JSON (JavaScript Object Notation) es un tipo de notación actualmente muy utilizado para intercambiar información entre sistemas. 7) Neo4j: Es una base de datos NoSQL gráfica, desarrollado por Neo4j Inc. e implementado en java almacena datos estructurados en redes en lugar de en tablas. El modelo Neo4j proporciona una forma conveniente de visualizar los datos con su estructura gráfica inherente, donde los datos se expresan en un "espacio de nodos" o grafos (Celesti et al., 2018).

Comparaciones de desempeño. Adicionalmente, se realizó una breve revisión de literatura sobre las comparaciones en desempeño de algunas de estas BD NoSQL encontrando los siguientes trabajos: En 2021, P. Martins, et al(Martins et al., 2021), realizaron un estudio comparativo sobre el desempeño de las Bases de datos MongoDB y Cassandra utilizando YCSB – Yahoo Cloud Serving Benchmark(Bousalem et al., 2019), encontrando que MongoDB tiene desempeño sobresaliente sin requerir condiciones de hardware potentes, mientras que Cassandra, en condiciones de hardware muy buenas mejora su desempeño. No obstante, los autores aclaran que la selección de una Base de Datos dependerá del tipo de aplicación, el volumen de información y las operaciones a realizar. También en 2021, J.M. Araujo, et al(Araujo et al., 2021), también realizaron una comparación en tiempos de respuesta y cargas de trabajo de MongoDB y Cassandra, obteniendo que Cassandra en cargas de trabajo altas y variadas fue superior. Por su parte MongoDB, fue superior en el desempeño de operaciones CREATE, READ, y DELETE, mientras que Cassandra, en la operación UPDATE se desempeñó mejor. Igualmente, en 2021, K. Anusham et al(Anusha et al., 2021), desarrollaron una revisión sobre las características de MongoDB y CAssandra, llegando a la conclusión que Cassandra en términos de disponibilidad es superior dada su arquitectura distribuida y rapidez en

operaciones de lectura y escritura, por tanto, su desempeño es mejor con cargas pesadas, mientras que MongoDB resalta por su almacenamiento de datos no estructurados, la rapidez en consultas con grandes volúmenes de información. No obstante, en la revisión se resaltan tanto ventajas como desventajas de cada base de datos.

Teniendo en cuenta los estudios revisados y el tipo de almacenamiento, sencillez, mayor uso y facilidad en el uso se seleccionó la BD MongoDB y para su visualización en forma gráfica se utilizó Robot 3T, actualmente llamado Studio 3T (https://robomongo.org/download).

3.3. Almacenamiento y Procesamiento de Registros Espirométricos

Arquitectura de la Información. En la Figura 3, se presenta la forma en que se ha organizado la información y el acceso a los datos desde el archivo espirométrico hasta el cargue y extracción de información para el procesamiento de esta. En primera instancia, en la parte izquierda de la presentación, se encuentra el conjunto de archivos espirométricos procedentes de los resultados de la prueba realizada a cada paciente, de los cuales se extrae la información hasta llevarla a un archivo delimitado por comas en formato .CVS, seguidamente en el negocio, mediante un pequeño aplicativo se hace la transformación de este archivo a la estructura documentos (archivos JSON) que podrá ser almacenados en la colección de la BD No SQL llamada Pacientes. En segunda instancia, para iniciar el procesamiento de la información se hace la consulta de la información a analizar, entrega un archivo JSON, que es transformado también mediante una aplicación en un archivo procesable por la herramienta seleccionada para tal fin como por ejemplo WEKA, Rapid Miner, entre otras.

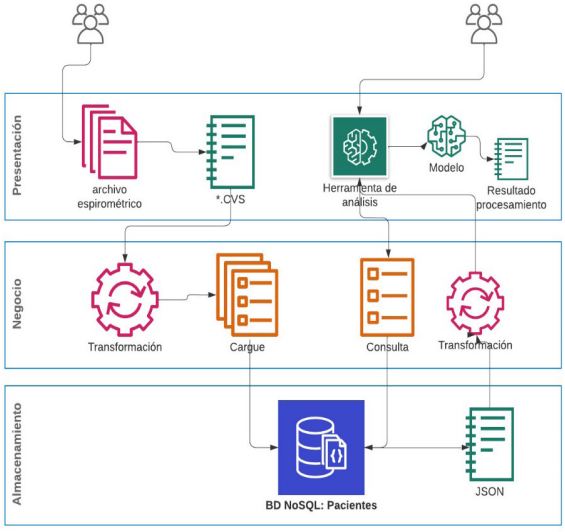


Figura 3 – Arquitectura de la Información. Fuente: Propia.

La estructuración y organización de la información de esta manera permite obtener de la base de datos la selección de atributos que desee el usuario para su modelo de minería de datos, así como la cantidad de registros. En las siguientes subsecciones se presentará más en detalle los componentes de esta estructura.

Base de Datos NoSQL construida. Haciendo la revisión tres formatos de resultados espirométricos se definieron los datos para tener en cuenta en el diseño de la base de datos NoSQL y con el fin de facilitar el cargue de datos desde un archivo .cvs (delimitado por comas), se elaboró un aplicativo en Netbeans, que genera el documento JSON, evitando la digitación dato a dato en cada registro. El aplicativo desarrollado cuenta con dos paquetes: Archivo y Presentación, el primero encargado del manejo del archivo a transformar y su respectiva conversión; y el segundo, se encarga de la interfaz para selección del archivo cvs, como se puede observar en la Figura 4 (b).



Figura 4- (a) Paquetes aplicativo Netbeans. (b) Interfaz para cargar el registro en la BD NoSQL. Fuente: Propia.

El cargue a la BD NoSQL del archivo JSON se puede hacer desde consola o a través de la herramienta visual. En la Figura 5, se puede apreciar la estructura y algunos registros de prueba que se subieron a la BD. En la parte izquierda se puede apreciar la base de datos en el panel del aplicativo Robo3t, allí se pueden desplegar las colecciones y al hacer doble click a *colección Pacientes* se pueden ver los registros que contiene, los cuales se cargaron como ejemplo. Los campos incluidos son Id, código de paciente, un campo compuesto de resultados que tiene la información de relevancia y el campo clase que permitirá la clasificación o predicción para entrenamiento del modelo, cuando se haga el procesamiento y análisis de datos.

También con la ayuda de la herramienta Robot 3T se puede ver los datos en una tabla para facilitar la legibilidad, haciendo en el icono de tabla.

Como se mencionó anteriormente MongoDB almacena datos en archivos de formato JSON.

Extracción de información para procesamiento y análisis de datos

Como se mencionó anteriormente la construcción de la BD NoSQL tiene como propósito realizar procesamiento de los datos que permitan clasificar, predecir o identificar

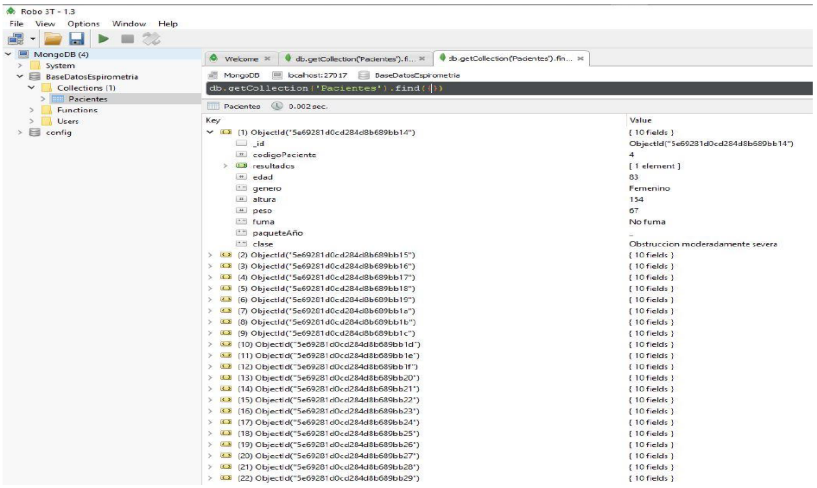


Figura 5 – Campos de la BD NoSQL para registros espirométricos. Fuente: Propia.

tendencias mediante herramientas de aprendizaje automático (machine learning), como Weka, Rapid Miner, Phyton, R, entre otras. Por tanto, en aras de facilitar la extracción y transformación de los datos de la BD y llevarlos a estas herramientas, se desarrolló un segundo aplicativo JAVA con el fin de extraer la información y dejarla lista para la herramienta a utilizar, el cual se estructura de forma similar al presentado en la Figura 4(a).

De tal forma que el proceso inicia con la realización de las consultas de los datos de la BD No SQL que se vayan a utilizar, la respuesta de la consulta viene con la estructura de un archivo JSON (Ver Figura 6), estos datos se exportan al archivo JSON, el cual es seleccionado desde el aplicativo construido y se transforma en un archivo con extensión .cvs según lo requerido, de tal forma que queda listo para el procesamiento en WEKA u otra herramienta.



Figura 6 – Ejemplo de consulta en la BD NoSQL. Fuente: Propia.

La interfaz para hacer la transformación del archivo JSON resultante de la consulta a la BD en un dataset para iniciar su procesamiento en la herramienta de aprendizaje automático seleccionada, es similar a la presentada en la Figura 4 (b).

4. Conclusiones

Se realizó una breve revisión de la literatura sobre los temas de selección de un tipo de BD y un motor, lo cual se coincide en que la selección depende del tipo de aplicación a desarrollar o de los requisitos propios para el manejo de la información. No obstante, cabe aclarar que con respecto al almacenamiento y gestión de datos espirométricos las BD No SQL, específicamente MongoDB, se convierte en un poderoso aliado tanto para está primera aproximación presentada como para futuros trabajos sobre ella. La revisión aporta una visión general sobre BD No SQL sus características, así como el modelado y construcción de una para un caso específico. Como trabajo futuro se desea generar otros aplicativos que complementen el tratamiento de datos como, por ejemplo, módulos de reportes y la inclusión de los análisis realizados a los datos de la BD No SQL con técnicas de aprendizaje de máquina, de tal forma, que se continue enriqueciendo el conocimiento de la BD.

Referencias

Anusha, K., Rajesh, N., Kavitha, M., & Ravinder, N. (2021). Comparative Study of MongoDB vs Cassandra in big data analytics. *Proceedings of the Fifth International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC 2021)*. https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418441

Apache. (2022). *Open Source NoSQL Database*. https://cassandra.apache.org/_/index.html

ArangoDB. (2022). *ArangoDB*. https://www.arangodb.com/2012/11/comparing-arangodb-with-mongodb-and-couchdb/

Araujo, J. M., E. de Moura, A. C., & B. da Silva, S. L. (2021). Comparative Performance Analysis of NoSQL Cassandra and MongoDB Databases. *2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. https://doi.org/10.23919/CISTI52073.2021.9476319

Benítez-Pérez, R. E., Torre-Bouscoulet, L., Villca-Alá, N., Del-Río-Hidalgo, R. F., Pérez-Padilla, R., Vázquez-García, J. C., Silva-Cerón1, M., Cid-Juárez1, S., & Gochicoa-Rangel, L. (2016). Spirometry: recommendations and procedure. *Neumología y Cirugía de Tórax*, *75*(2). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462016000200173

Bodduluri, S., Newell, J. D., Hoffman, E. A., & Reinhardt, J. M. (2013). Registration-based lung mechanical analysis of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) using a supervised machine learning framework. *Academy Radiology*, *20*(5), 527–536. https://doi.org/10.1016/j.acra.2013.01.019

Bousalem, Z., Guabassi, I. E., & Cherti, I. (2019). Relational databases versus HBase: an experimental evaluation. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, *4*(2), 395–401.

Celesti, A., Buzachis, A., Galletta, A., Fiumara, G., Fazio, M., & Villari, M. (2018). Analysis of a NoSQL Graph DBMS for a Hospital Social Network. *Proceedings - IEEE Symposium on Computers and Communications*, *2018-June*, 1298–1303. https://doi.org/10.1109/ISCC.2018.8538469

Chen, L., Zhang, N., Sun, H.-M., Chang, C.-C., Yu, S., & Choo, K.-K. R. (2020). Secure search for encrypted personal health records from big data NoSQL databases in cloud. *Computing*, *102*(6), 1521–1545. https://doi.org/10.1007/s00607-019-00762-z

Cordeiro, J. R., & Postolache, O. (2018). Big Data Storage for a Health Predictive System. *2018 International Symposium in Sensing and Instrumentation in IoT Era, ISSI 2018*, 1–6. https://doi.org/10.1109/ISSI.2018.8538285

Freire, SM, Teodoro D, W.-K. F., & Sundvall E, Karlsson D, L. P. (2016). Comparing the Performance of NoSQL Approaches for Managing Archetype-Based Electronic Health Record Data. *PLoS ONE*, *11*(3). https://doi.org/10.1371/ journal. pone.0150069

García-Río, F., Calle, M., Burgos, F., Casan, P., Campo, F. del, B.Galdiz, J., Giner, J., González-Mangado, N., Ortega, F., & Maestu, L. P. (2013). Spirometry. *Archivos de Bronconeumología*, *49*(9), 388–401. https://doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001

Howard, R., Rattray, M., Prosperi, M., & Custovic, A. (2015). Distinguishing Asthma Phenotypes Using Machine Learning Approaches. *Curr Allergy Asthma Rep*, *7*(38). https://doi.org/10.1007/s11882-015-0542-0

Hurtado, S., García-Nieto, J., Navas-Delgado, I., & Aldana-Montes, J. F. (2021). FIMED: Flexible management of biomedical data, Computer Methods and Programs in Biomedicine,. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *212*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106496.

Khennou, F., Houda, C. M. N. El, & Khamlichi, Y. I. (2019). A Migration Methodology from Legacy to New Electronic Health Record based OpenEHR. *International Journal of E-Health and Medical Communications*, *10*(1), 55–75. https://doi.org/10.4018/IJEHMC.2019010104

Kunda, D., & Phiri, H. (2017). Comparative Study of NoSQL and Relational Database. *ZAMBIA INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) JOURNAL*, *1*(1), 1–4. https://www.researchgate.net/publication/326019759_A_Comparative_Study_of_NoSQL_and_Relational_Database

Martins, P., Tomé, P., Wanzeller, C., & Sá, F. (2021). NoSQL Comparative Performance Study. In A. Rocha & E. Al. (Eds.), *WorldCIST 2021,* (pp. 428–438). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-72651-5_41

Meir, A., & Kaufmann, M. (2019). *SQL y NoSQL Databases*. Springer Vieweg. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-658-24549-8

MongoDB, I. (2022). *Desarrolle más rápidamente. Desarrolle de forma más inteligente*. MongoDB. https://www.mongodb.com/es

Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, *64*, 1–18. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007

Ramos, M., Sánchez-de-Madariaga, R., Barros, J., Carrajo, L., Vázquez, G., Pérez, S., Pascual, M., Martín-Sánchez, F., & Adolfo Muñoz-Carrero. (2020). An Archetype Query Language interpreter into MongoDB: Managing NoSQL standardized Electronic Health Record extracts systems. *Journal of Biomedical Informatics*, *101*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103339.

Rivero-Yeverino, D. (2019). Spirometry: basic concepts. *Revista Alergia México*, *66*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.29262/ram.v66i1.536

Sakr, S., Zomaya, A. Y. (eds). (2019). *Encyclopedia of Big Data Technologies*. Springer, Cham. https://doi.org/8-3-658-24549-8 (eBook) https://doi.org/10.1007/978-3-658-24549-8

SAS. (2022). *Hadoop*. https://www.sas.com/es_mx/insights/big-data/hadoop.html

Zhang, X., & Wang, Y. (2021). Research on intelligent medical big data system based on Hadoop and blockchain. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2021*. https://doi.org/10.1186/s13638-020-01858-3

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

Recebido/Submission: 26/12/2022
Aceitação/Acceptance: 31/03/2023

Mapeo Sistemático de la Literatura sobre métodos de medición de tamaño funcional para Software

Rannoverng Yanac Montesino[1], José Antonio Pow-Sang-Portillo[2]

rannoverng.yanac@unas.edu.pe; japowsang@pucp.edu.pe

[1] Grupo de investigación de Ingeniería de Software -GINSOFT, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

[2] Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Pages: 506-519

Resumen: La medición de tamaño funcional del software permite cuantificar el software a desarrollar teniendo en cuenta la perspectiva del usuario e independiente de la plataforma o tecnología que se utilizará para su implementación. Esta medida se puede utilizar para la estimación del esfuerzo y costos del proyecto. Este artículo muestra los resultados obtenidos de realizar un mapeo sistemático de la literatura con el objetivo de conocer las tendencias de la aplicación e investigación de este tipo de métodos en proyectos de software. Luego de un proceso de selección, se analizaron 269 artículos publicados desde el 2014 hasta el 2021 a fin de obtener las respuestas de investigación. Este análisis incluyó clasificar los estudios en aplicación del método, propuestas de mejoras o conversión a otro, automatización, predicciones o pronósticos usando técnicas de aprendizaje automático y, por último, propuestas de nuevos métodos. Los resultados indican que la mayor cantidad de artículos corresponden al método del International Function Points User Group (IFPUG) seguido por COSMIC.

Palabras-clave: IFPUG; COSMIC; NESMA; MK II; tamaño funcional del software.

Systematic Mapping of the Literature on Functional Size Measurement Methods for Software

Abstract: The functional size measurement of the software allows to quantify the software to be developed considering the perspective of the user and independent of the platform or technology that will be used for its implementation. This measure can be used to estimate project effort and costs. This article shows the results obtained from a systematic mapping of the literature in order to know the trends of the application and research of this type of methods in software projects. After a selection process, 269 articles published from 2014 to 2021 were analyzed in order to obtain the research responses. This analysis included classifying the studies in application of the method, proposals for improvements or conversion to another,

automation, predictions, or forecasts using machine learning techniques and, finally, proposals for new methods. The results indicate that the largest number of articles correspond to the method of the International Function Points User Group (IFPUG) followed by COSMIC.

Keywords: IFPUG; COSMIC; NESMA; MK II; software functional size.

1. Introducción

Desde los inicios del desarrollo de software hasta la actualidad se considera muy importante la medida del tamaño funcional de un software. La calidad del software comienza cuando se empieza a medir correctamente el tamaño funcional (Kondo et al., 2018), no es fácil a simple vista predecir el esfuerzo del software en la fase de análisis y requisitos; porque no existe una metodología universal para el desarrollo de software que se aplique a todos los casos (Meléndez Araya, 2018). La medida del tamaño funcional, del inglés *Functional Size Measurement* (FSM), es una técnica empleada para medir el tamaño del software al cuantificar los requisitos funcionales del usuario del software (ISO/IEC 14143-6:2012, 2012). El primer método publicado que adoptó este concepto fue el análisis de puntos de función, desarrollado por Allan Albrecht a finales de los 70 (Albrecht & Gaffney, 1983).

Desde entonces, numerosas ampliaciones y variaciones del método original han sido desarrolladas. El usuario final puede tener muchas variantes a elegir, cada una con sus propias ventajas en situaciones específicas. ISO/IEC 14143 fue desarrollada para definir los conceptos de FSM y proporcionar fundamentos con las que el usuario pudiera comparar todas estas variantes y estándares relacionados a la medición del tamaño funcional concernientes con métodos FSM como COSMIC (ISO - ISO/IEC 19761:2011, 2011), IFPUG (ISO - ISO/IEC 20926:2009, 2009), MK II (ISO - ISO/IEC 20968:2002, 2002), NESMA (24570:2018, 2018) y FISMA (29881:2010, 2010).

Un estudio realizado en el 2014 sobre métodos de medición del tamaño del producto de software indica en uno de sus resultados que entre los métodos FSM, el 19% propuso un nuevo método y el resto extendió o adaptó un método existente (Bajwa et al., 2014). Otro estudio realizado en el 2018 sobre proceso de medición de software indica en uno de sus resultados que el desarrollo ágil para medianas y pequeñas empresas fueron los contextos con mayor frecuencia(Meidan et al., 2018). Durante los últimos años, se están desarrollando varias métricas y métodos nuevos, mejorados y en otros casos se utilizan los métodos FSM sin hacer ninguna modificación.

Este estudio tiene como objetivo conocer el uso y la tendencia de los métodos FSM en diferentes contextos, mostrando los resultados de los diferentes métodos FSM en los proyectos de software con diferentes enfoques (tradicional o ágil), en diferentes entornos (web, móvil, embebido), a través de un estudio de mapeo sistemático(Petersen et al., 2008) mostrando una visión general y la tendencia de los diferentes métodos FSM hasta la actualidad.

Este documento está organizado de la siguiente manera: En la Sección II, presentamos los detalles de cómo diseñamos el estudio de mapeo sistemático y la realización del estudio. En la Sección III, presentamos el análisis de datos con sus respectivos resultados. En la sección IV las conclusiones del estudio.

2. Método

Un mapeo sistemático (Petersen et. al, 2008) proporciona una clasificación de los estudios realizados en una disciplina en un reporte visual, cuyo objetivo es proporcionar una visión general del área de investigación estructurando y categorizando los resultados de la investigación que se han publicado. De manera similar a las Revisiones de literatura sistemática (SLR) Kitchenham y Charters (Kitchenham, 2007) identifican, analizan e interpretan toda la información disponible relacionada a una pregunta de investigación específica con un análisis profundo. El estudio de mapeo sistemático define cinco etapas, las cuales se presentan a continuación.

2.1. Definir las preguntas de investigación

Para identificar las preguntas de investigación se utilizó la técnica PICo (Methley et al., 2014) quienes consideran población, interés y contexto, como se muestra en la Tabla 1.

Nombre	Conceptos
Población	Desarrollo de software
Interés	Métodos de medición de tamaño funcional
Contexto (Co)	Casos de estudio donde se aplican los métodos de medición de tamaño funcional.

Tabla 1 – Identificación de conceptos de investigación

Se definieron las siguientes preguntas de investigación:

- P1: ¿En qué medios se ha publicado sobre los métodos FSM para software?
- P2: ¿En qué países se ha publicado sobre los FSM para software?
- P3: ¿Qué métodos FSM de software son utilizados actualmente?
- P4: ¿Cómo se clasifican los métodos FSM según los resultados del estudio?
- P5: ¿En qué tipo de aplicaciones de software (Web, móvil, IoT/embebidos, ERP) se aplicó los métodos FSM?
- P6: ¿Con qué enfoques (ágiles o tradicionales) de desarrollo de software usan los métodos FSM?
- P7: ¿Qué métodos FSM se usan con enfoques ágiles?
- P8: ¿Cuál es la tendencia de los métodos FSM?

2.2. Realizar la búsqueda de los artículos primarios

Para realizar la búsqueda se define la estrategia de búsqueda basado en el ámbito de investigación de la Tabla 1 y se ejecuta la búsqueda en sí. Con ello se definieron términos en inglés relacionados a los respectivos conceptos, como se muestra en la Tabla 2. Se consideró dentro del concepto "interés" el término "tamaño funcional" para abarcar todo lo relacionado con los métodos de medición de tamaño funcional, para la investigación se analizará todos los casos de uso que sean encontrados. Los términos se definieron en inglés debido a que las bases de datos registran y publican la mayoría de sus artículos en ese idioma.

Se considera los artículos publicados de los desde el año 2014 hasta el año 2021 y también porque el año 2014 hay un intento de estudiar los métodos de medición de tamaño funcional en un estudio de mapeo sistemático sobre tamaño del producto de software (Bajwa et. al, 2014).

Nombres	Términos
Población	software development, software engineering, software process, software construction, software project, System* development, software system* development, application development, system* construction, software system* construction, application construction
Interés	IFPUG, Function Point*, COSMIC, Mark II, NESMA, FISMA, Project Size Unit, 3D Function Points, Use case points, FEATURES POINTS, Full Function Points, Predictive Object Points, PSU, MKII, PF 3D, UCP, FP, FFP, POP, functional size.

Tabla 2 – Identificación de conceptos de investigación

La cadena de búsqueda utilizada fue:

((software development OR software engineering OR software process OR software construction OR software project OR System* development OR software system* development OR application development OR system* construction OR software system* construction OR application construction) AND (IFPUG OR Function Point* OR COSMIC OR Mark II OR NESMA OR FISMA OR Project Size Unit OR 3D Function Points OR Use case points OR FEATURES POINTS OR Full Function Points OR Predictive Object Points OR PSU OR MKII OR PF 3D OR UCP OR FP OR FFP OR POP OR functional size)

La búsqueda se realizó en las bases de datos de bibliografías indexadas: Scopus, IEEExplore, ACM Digital Library y Web of Science (Web of Science, KCI-Korean, Russian Science, SciELO), que con frecuencia se utilizan en estudios de mapeo sistemático para el área de Ingeniería del Software

2.3. Selección de artículos

Para el presente estudio se definió los criterios de inclusión y exclusión de artículos que permitan seleccionar los artículos:

Criterios de Inclusión:

1. El artículo debe desarrollar por lo menos un método de medición de tamaño funcional en el desarrollo de software.
2. Artículos que están en el campo de Ingeniería del Software, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería en Sistemas de Información e Ingeniería en Informática.
3. Artículos publicados en revistas, conferencias, simposios y workshops.
4. Artículos publicados en idioma inglés.
5. Artículos que fueron publicados entre los años 2014 al 2021.

Criterios de Inclusión:

1. El artículo contiene desarrollo de software no relacionado con los métodos de medición de tamaño funcional.
2. La publicación trata de métodos de medición de tamaño funcional sin hacer referencia al desarrollo de software.
3. Publicaciones que no tengan revisión por pares o de un libro.
4. Artículos que no tratan directamente desarrollo de software y su relación con métodos de medición de tamaño funcional.
5. Artículos de estudio con mapeo sistemático o revisiones de literaturas

Se realizó la actualización de la cadena de búsqueda el 23 de agosto 2022.

Luego de ejecutar las búsquedas en cada base de datos, se obtuvieron inicialmente 634 artículos, luego de eliminar los duplicados y aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo 269 artículos, los cuales forman parte del análisis de esta investigación. La Tabla 3 muestra el resultado del proceso de búsqueda.

Base de datos	Resultado inicial	Sin duplicados	Artículos seleccionados
Scopus	758	695	254
IEEExplore	56	11	07
ACM	20	05	04
WebofScience	72	66	04
Total	906	777	269

Tabla 3 – Resultados de la búsqueda

Para la revisión de los artículos se consideró el título y resumen del artículo. Sin embargo, en 105 artículos fue necesario leer la introducción y conclusiones.

2.4. Identificar palabras claves

En esta etapa se define un esquema de clasificación preliminar que se utilizó para extraer la data de los artículos incluidos en la investigación. Este esquema de clasificación se obtuvo revisando el resumen, introducción y conclusiones de los artículos y buscando responder las preguntas de investigación establecidas.

Las categorías de clasificación definidas se muestran en la Tabla 4.

Concepto	Términos
Métodos de medición de tamaño funcional	IFPUG COSMIC MARK II NESMA FiSMA Puntos de caso de uso (UCP) Otros (para clasificar métodos adicionales)
Enfoques de desarrollo	Tradicional y ágil

Concepto	Términos
Entornos de desarrollo	Web, móvil, escritorio, embebidos
Fases de desarrollo de software	Análisis, diseño, desarrollo, pruebas y mantenimiento

Tabla 4 – Esquema de clasificación preliminar

2.5. Extraer data y mapear artículos

Con el esquema de clasificación preliminar desarrollado, se desarrolló una tabla en Excel donde se agrupa la información que se requiere para la investigación. Adicionalmente al esquema de clasificación, para cada artículo se incluyó: título, autores, año de publicación y país en el cual se desarrolla.

Al momento de completar la tabla se definieron nuevas categorías o subcategorías, o también se eliminaron en caso no hayan resultado útiles.

Con la información en esta tabla se procedió a colocar la información en forma adecuada y posteriormente calcular las frecuencias y diseñar los gráficos para responder las preguntas de investigación

3. Análisis de datos y resultados

Para cada pregunta de investigación definida, se muestran los resultados específicos.

1. P1: ¿En qué medios se ha publicado sobre los métodos FSM para software?

   La tabla 5 muestra la distribución de los estudios con respecto a los tipos de publicación. Alrededor del 71% de los estudios relacionados con métodos FSM de software se publican en conferencias o simposios o talleres, mientras que el 29% de los estudios se publican en revistas.

Tipos de publicaciones	Nº de artículos
Jounal	77
Conferencia/Simposio/Workshop	192
Total	269

Tabla 5 – Tipos de publicaciones

2. P2: ¿En qué países se ha publicado sobre los métodos FSM para software?

   En la figura 1, se muestra que la India es el país que tiene más publicaciones entre el año 2014 al 2021, con 47 artículos lo que constituye un 14% del total. Indonesia es el segundo país con mayor cantidad de publicaciones, con 26 artículos lo que constituye un 8% del total. Existe otros países que tienen menos que 8 publicaciones.

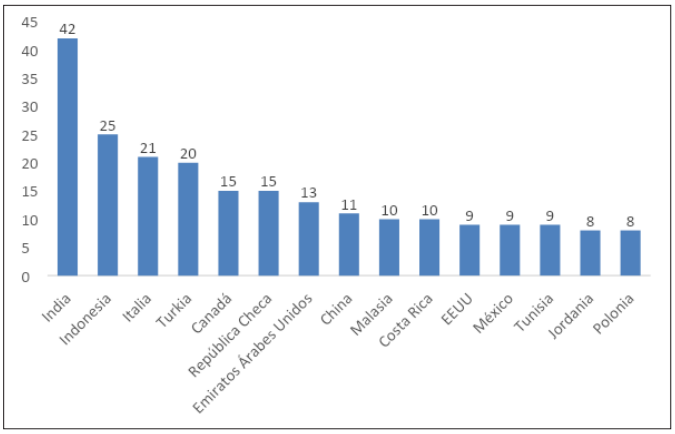


Figura 1 – Frecuencia de publicación de los artículos por país

3. P3: ¿Qué métodos FSM de software son utilizados actualmente?

   Según las publicaciones de los resultados encontrados los métodos FSM que se ajustan a las características obligatorias de la ISO/IEC 14143, se obtuvieron 99 publicaciones del método IFPUG que se muestra en el anexo (E3, E7, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E22, E27, E31, E32, E36, E37, E38, E45, E46, E48, E49, E50, E51, E53, E58, E60, E63, E65, E69, E75, E76, E78, E86, E88, E93, E95, E97, E105, E108, E110, E112, E115, E116, E118, E122, E123, E126, E129, E130, E136, E137, E138, E139, E153, E154, E157, E158, E159, E161, E163, E164, E165, E166, E167, E168, E169, E171, E172, E173, E174, E175, E176, E196, E198, E199, E204, E206, E209, E210, E218, E223, E224, E225, E226, E227, E231, E239, E241, E242, E249, E251, E254, E255, E257, E258, E260, E262, E265, E267); en el método COSMIC se obtuvieron 98 publicaciones (E1, E2, E5, E15, E17, E20, E24, E26, E33, E34, E38, E39, E44, E45, E47, E49, E52, E60, E61, E62, E64, E66, E67, E68, E73, E74, E82, E83, E84, E89, E90, E91, E92, E96, E98, E99, E103, E105, E114, E116, E128, E132, E133, E134, E135, E140, E141, E142, E149, E150, E151, E155, E162, E170, E175, E177, E178, E179, E183, E184, E185, E186, E187, E188, E189, E190, E91, E192, E193, E195, E197, E201, E202, E203, E205, E207, E208, E211, E212, E217, E219, E222, E224, E227, E229, E231, E232, E233, E234, E235, E236, E237, E244, E245, E247, E248, E250, E268); en el método NESMA se obtuvieron 3 publicaciones (E152, E160, E261) y en el método MK II se obtuvieron 2 publicaciones (E125, E140).

   En la figura 2 se muestra que IFPUG es el método con más frecuencia de uso, con 99 artículos, seguido de COSMIC con 98 artículos, NESMA tienen 3 artículos, MK II tiene 2 artículos y los demás métodos FSM no cumplen con la norma ISO/IEC 14143.

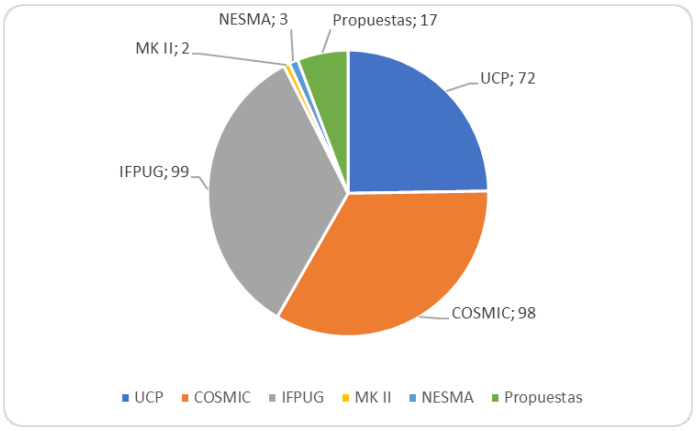


Figura 2 – Cantidad de métodos FSM

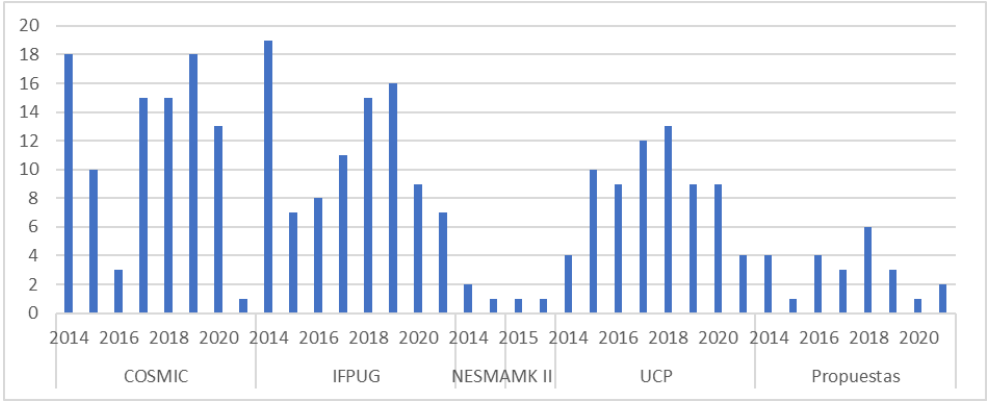


Figura 3 – Cantidad de métodos FSM por año

4. P4: ¿Cómo se clasifican los métodos FSM según los resultados del estudio?

- En la tabla 6 se muestra los métodos FSM según el estudio que son:
- Utilizan sin cambiar el método.
- Utilizan y proponen cambios de mejora al método.
- Convierten de un método a otro método.
- Automatizan el o los métodos de medición.
- Predicen o pronostican con técnicas de aprendizaje automático y con datos históricos de los métodos de medición.
- Proponen nuevos métodos.

De los cuales, los métodos FSM que se utilizan sin cambios o modificación se tienen 153 artículos publicados, los métodos FSM que utilizan y proponen

cambios de mejora al método tienen 39 artículos publicados, seguido de los métodos FSM que se convierten de uno a otro tiene 05 artículos publicados, los métodos FSM que se automatizan tienen 24 artículos publicados, los métodos FSM con datos históricos que predicen o pronostican FSM con técnicas de aprendizaje automático tienen 38 artículos publicados y las propuestas de nuevos métodos FSM tienen 20 artículos publicados que necesitan ser validados por completo.

5. P5: ¿En qué tipos de aplicaciones de software (web, móvil, IoT/Embebido, ERP) se aplicó el método de medición de tamaño funcional?

   Los diferentes tipos de aplicaciones de software que pueden ser web, móvil, internet de las cosas (IoT) o embebidos y los sistemas de información gerenciales como los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) que mencionaron en el resumen de las publicaciones fueron 89 artículos. En la figura 3 se identificaron en aplicaciones web y se obtuvieron 37 artículos (E3, E24, E35, E68, E86, E88, E108, E116, E125, E132, E170, E182, E194, E202, E205, E207, E208, E212, E213, E214, E219, E221, E229, E231, E233, E236, E237, E240, E243, E244, E246, E247, E248, E252, E260, E261, E263), en aplicaciones Desktop se obtuvieron 19 artículos (E198, E199, E200, E201, E206, E212, E213, E227, E232, E234, E235, E238, E239, E241, E246, E255, E258, E262, E263) en aplicaciones móvil se obtuvieron 18 artículos (E10, E17, E18, E28, E68, E93, E133, E155, E188, E190, E195, E212, E223, E224, E225, E239, E242, E245), en aplicaciones ERP se obtuvieron 8 artículos (E26, E64, E111, E157, E172, E183, E212, E219) y en aplicaciones IoT/Embebido se obtuvieron 6 artículos (E62, E66, E75, E188, E203, E212), en procesos BPMN se obtuvo 1 artículo (E197).

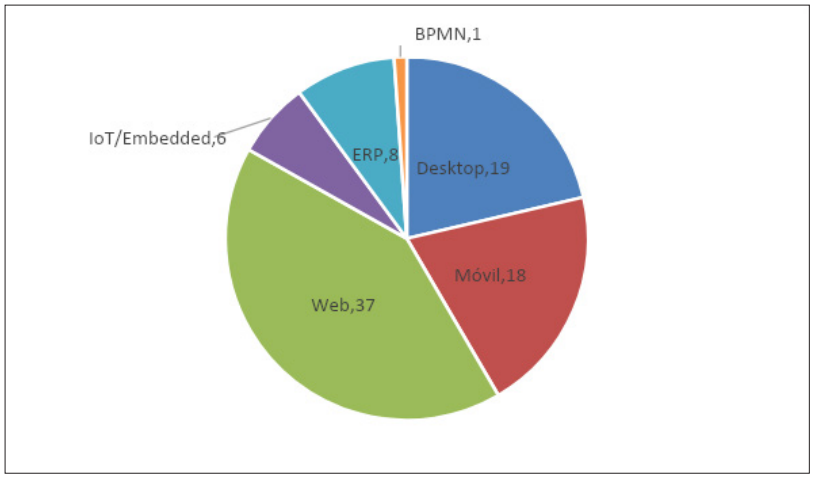


Figura 4 – Cantidad de métodos FSM

6. P6: ¿Qué enfoques (tradicionales o ágiles) de desarrollo de software se usan los métodos FSM?

   Los enfoques tradicionales presentan un exhaustivo detalle de documentación durante todo el ciclo del proyecto de software, mientras que los enfoques ágiles se interesan en la capacidad de respuesta a los cambios, la confianza en las habilidades del equipo y en mantener una buena relación con el cliente. Según los resultados encontrados se identificaron 28 publicaciones con enfoques ágiles (E22, E50, E55, E67, E91, E103, E104, E139, E142, E166, E170, E183, E199, E212, E213, E214, E216, E224, E225, E229, E237, E239, E243, E248, E258, E261, E262, E268) y en el resto de los artículos seleccionados no hacen mención en el resumen de los artículos.
7. P7: ¿Qué métodos FSM se usan en enfoques ágiles?

   Según los resultados de los artículos seleccionados son pocos los artículos que trabajan con el enfoque ágil para FSM. Sin embargo, existen varios métodos de estimación de esfuerzo, plazos y costos en la planificación de un proyecto de software con enfoque ágil [9], en la fig. 5 se identificaron los métodos FSM que se utilizan enfoque ágil, en COSMIC se obtuvieron 12 artículos (E67, E91, E103, E142, E170, E183, E212, E224, E229, E237, E248, E268), en IFPUG se obtuvieron 10 artículos (E22, E50, E139, E166, E199, E224, E225, E239, E258, E262), en UCP se obtuvieron 7 artículos (E22, E55, E104, E213, E224, E243, E248), en métodos propuestos se obtuvieron 3 artículos (E139, E214, E216) y en Nesma se obtuvo un artículo (E261).

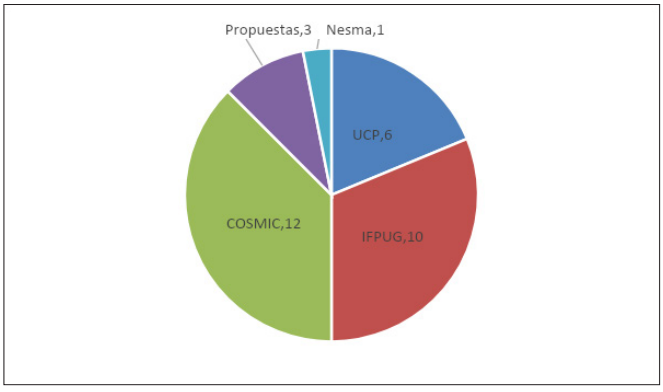


Figura 5 – Cantidad de métodos FSM que usan enfoques ágiles

8. P8: ¿Cuál es la tendencia de los métodos FSM?

   En la figura 6 se muestra la tendencia de los artículos por año, observando que en los años 2015 y 2016 hay un descenso de uso de los métodos FSM, y en los años 2017, 2018 y 2019; otra vez hay un descenso en los años 2020 y 2021 del uso de

los métodos FSM, también se observa que el año 2019 hay un pico más alto en comparación de los últimos 8 años publicados que utilizan métodos FSM.

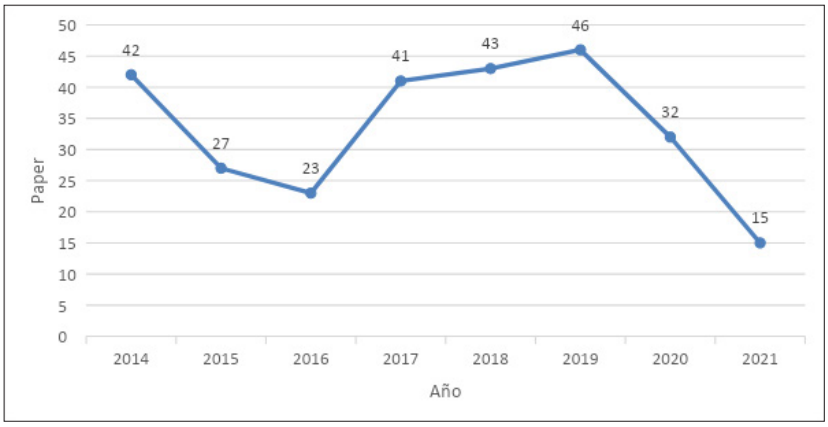


Figura 6 – Cantidad de artículos publicados con FSM por año

4. Conclusiones

De acuerdo con los estudios de investigación publicados, el uso de los métodos FSM hasta el año 2019 tuvo un crecimiento relativo, pero en los últimos dos años hay un descenso del uso de los métodos FSM; empleados para desarrollar software con sus diferentes enfoques o tipos de aplicaciones. Dentro de estos métodos FSM, el uso de métodos FSM sin cambios al método FSM tiene el mayor porcentaje de 55%; hay un 14% de artículos que utilizan el método FSM con algunas modificaciones y proponer mejoras en algunos casos; hay 14% de publicaciones que predicen o pronostican FSM con técnicas de aprendizaje automático y con datos históricos de dichos métodos; hay un 8% de artículos que se han automatizado los métodos FSM; hay 2% de publicaciones que convierten de un método FSM a otro método FSM y hay otro 7% de publicaciones que proponen nuevos métodos FSM.

Los métodos FSM más utilizados según la ISO/IEC 14143 (ISO/IEC, 2012) de acuerdo con los resultados encontrados es IFPUG seguido del método COSMIC usados también para enfoques ágiles.

En este trabajo se han revisado 269 artículos publicados en 4 base de datos y 291 métodos de medición de tamaño funcional entre los años 2014 y 2021, a partir del año 2016 se tuvo un crecimiento en la cantidad de artículos publicados, pero se evidencia mayor crecimiento en el año 2019 con los métodos COSMIC (18 publicaciones) y IFPUG (17 publicaciones). Se evidencia que la India es el país con mayor cantidad de publicaciones, con un 14% del total de publicaciones; seguido por Indonesia con 8% del total de

publicaciones, Jordania y Polonia con 7% del total de publicaciones, y hay otros países menores al 7% de publicaciones.

Respecto a los resultados de los trabajos anteriores presentados por (Bajwa et al., 2014) y (Meidan et al., 2018) relacionados al trabajo realizado, se confirma que dentro de los métodos FSM más utilizados son los métodos sin cambios y métodos con algunas mejoras de las existentes y muy poca o mínima para proponer nuevos métodos a excepción de algunas que están en estudio de validación; y de acuerdo a estos resultados mostrados los métodos FSM existentes han sido bien aceptados por la comunidad de ingenieros de software; y que el método IFPUG está siendo utilizado con mayor frecuencia seguido del método COSMIC de acuerdo a las publicaciones encontradas.

Referencias

24570:2018, I.-I. (2018). *ISO - ISO/IEC 24570:2018 - Software engineering — NESMA functional size measurement method — Definitions and counting guidelines for the application of function point analysis*. https://www.iso.org/standard/72505.html

29881:2010, I.-I. (2010). *ISO - ISO/IEC 29881:2010 - Information technology — Systems and software engineering — FiSMA 1.1 functional size measurement method*. https://www.iso.org/standard/56418.html

Albrecht, A. J., & Gaffney, J. E. (1983). Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Prediction: A Software Science Validation. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *SE-9*(6), 639–648. https://doi.org/10.1109/TSE.1983.235271

Bajwa, S. S., Gencel, C., & Abrahamsson, P. (2014). *Software Product Size Measurement Methods: A Systematic Mapping Study*.

ISO/IEC 14143-6:2012. (2012). ISO/IEC 14143-6:2012 Information technology — Software measurement — Functional size measurement — Part 6: Guide for use of ISO/IEC 14143 series and related International Standards. In *ISO*. https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/01/60176.html

ISO - ISO/IEC 19761:2011. (2011). *ISO - ISO/IEC 19761:2011 - Software engineering — COSMIC: a functional size measurement method*. https://www.iso.org/standard/54849.html

ISO - ISO/IEC 20926:2009. (2009). *ISO - ISO/IEC 20926:2009 - Software and systems engineering — Software measurement — IFPUG functional size measurement method 2009*. https://www.iso.org/standard/51717.html

ISO - ISO/IEC 20968:2002. (2002). *ISO - ISO/IEC 20968:2002 - Software engineering — Mk II Function Point Analysis — Counting Practices Manual*. https://www.iso.org/standard/35603.html

Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *IEEJ Transactions on Industry Applications*, *126*(5), 589–598. https://doi.org/10.1541/ieejias.126.589

Kondo, M., Mizuno, O., & Choi, E. H. (2018). Causal-effect analysis using Bayesian LiNGAM comparing with correlation analysis in Function Point metrics and effort. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, *3*(2), 90–112. https://doi.org/10.33889/ijmems.2018.3.2-008

Meidan, A., García-García, J. A., Ramos, I., & Escalona, M. J. (2018). Measuring Software Process. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, *51*(3), 1–32. https://doi.org/10.1145/3186888

Meléndez Araya, N. M. (2018). *Guide for the selection of software development methodologies for small projects and small equipment*.

Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R., & Cheraghi-Sohi, S. (2014). PICO, PICOS and SPIDER: A comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Services Research*, *14*(1). https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE 2008*. https://doi.org/10.14236/ewic/ease2008.8

Ayman Meidan, Julián A. García-García, Isabel Ramos, María José Escalona. (s. f.). Measuring Software Process: A Systematic Mapping Study.

B. Kitchenham , S Charters. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering.

ISO/IEC 14143-6. (2012). ISO/IEC 14143-6:2012 Information technology—Software measurement—Functional size measurement—Part 6: Guide for use of ISO/IEC 14143 series and related International Standards. ISO. *Online Information Review*, de https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/01/60176.html

Kai Petersen, Robert Feldt, Shahid Mujtaba, Michael Mattsson. (2008). Systematic Mapping Studies in Software Engineering.

Kondo, M., Mizuno, O., Choi, E.-H. (2018). Causal-effect analysis using Bayesian LiNGAM comparing with correlation analysis in Function Point metrics and effort.

Meidan, A., García-García, J. A., Ramos, I., & Escalona, M. J. (2018). Measuring software process: a systematic mapping study. ACM Computing Surveys (CSUR), 51(3), 1-32.

Meléndez Araya, N.M. (2018). Guide for the selection of software development methodologies for small projects and small equipment.

Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R., & Cheraghi-Sohi, S. (2014). PICO, PICOS and SPIDER: A comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. BMC Health Services Research, *Online Information Review*, 14(1), 579. https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0

Sohaib Shahid Bajwa ; Cigdem Gencel ; Pekka Abrahamsson. (2014). Software Product Size Measurement Methods: A Systematic Mapping Study—IEEE Conference Publication

Anexo

La relación con la información de los artículos seleccionados se puede acceder a través del siguiente enlace: http://shorturl.at/bfLMO

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

Recebido/Submission: 26/12/2022
Aceitação/Acceptance: 30/03/2023

Uso del Simulador PHET para la Enseñanza – Aprendizaje de una Competencia Matemática en Educación Primaria

Roxana Zuñiga-Quispe[1], Yesbany Cacha-Nuñez[1], Ivan Iraola-Real[1]

zunigaquisper@gmail.com; yesbanysanpablo@gmail.com; iiraola@uch.edu.pe

[1] Universidad de Ciencias y Humanidades, Los Olivos, Lima 15314, Lima, Perú.

Pages: 520-531

Resumen: La presente investigación tiene como finalidad determinar los efectos del simulador virtual *PhET* sobre el desarrollo y fortalecimiento de las competencias matemáticas, centrando la atención en una de ellas: Resolución de problemas de cantidad. Según el objetivo, esta investigación está orientada mediante el enfoque mixto secuencial de tipo explicativo y diseño cuasi experimental, con Pre-Test y Post-Test para el grupo de control y experimental. Además, se aplicó una entrevista semiestructurada a la docente para recoger sus conclusiones; posteriormente se analizaron los datos mediante codificación y triangulación. La población estuvo conformada por estudiantes del nivel primario, de una Institución Educativa Particular del Callao – Perú, la muestra se constituyó por 34 estudiantes de quinto grado para el estudio cuantitativo y el docente de matemática de ambas secciones para el estudio cualitativo. Al concluir los estudios se obtuvo como resultado que la aplicación del simulador permitió desarrollar de forma significativa la competencia "Resuelve problemas de cantidad" del grupo experimental a diferencia del grupo de control.

Palabras-clave: Tecnología de la educación, matemáticas, educación primaria.

Use of the PHET Simulator for Teaching - Learning of a Mathematical Competence in Primary Education

Abstract: The objective of this research is to determine the effects of Virtual Simulation *PhET* on the development and reinforcement of Mathematics competencies, especially focusing on one of them: Solving quantity problems. Due to the objective, this research has been done according to the Sequential mixed approach of Explanatory type and quasi-experimental design, using Pre-Test and Post-Test for the control group and experimental group. In addition, a semistructured interview was applied to the classroom teacher to collect her conclusions; subsequently, the data were analyzed through coding and triangulation. The study population was made up of primary students from a private school in the city of Callao, Peru. The sample was composed of 34 students of two classes of fifth grade of primary for the quantitative study; and both classes Mathematics teacher for the qualitative study. At the end of both studies, the result was that the application of

the Simulation provided significantly to develop the competency “Solving quantity problems” in the experimental group in contrast to the control group.

Keywords: Educational technology, mathematics, primary education.

1. Introducción

La pandemia ocurrida en el mundo a causa del COVID-19 no debió significar una situación subitánea, la sociedad debió estar más preparada y así evitar tantas pérdidas humanas y sobretodo de escasez e impacto en la economía porque no fue ni es la única amenaza que el mundo enfrenta (Blandford & Thome, 2020). Es así que desde el 2020, diversos sectores implementaron estrategias para cubrir las necesidades durante y después de la pandemia, entre ellas, la educación. En este ámbito se puso en marcha la educación virtual, que conllevó al esfuerzo de maestros, estudiantes y Estado, no sólo para aprender esta nueva metodología sino para hacerla llegar a todos. Una escuela en el Callao (Perú) implementó este tipo de educación logrando que sus maestros se adapten a las nuevas tecnologías; sin embargo, en el campo de la matemática, los estudiantes no aprendían de manera significativa porque no cumplían los procesos didácticos que se realizaban en la presencialidad, entre ellos, el más importante: manipular un material estructurado o no estructurado.

Este trabajo analizó el uso del simulador PhET como alternativa para reemplazar la manipulación del material concreto en el aprendizaje de la matemática y así poder desarrollar y fortalecer la competencia: Resuelve problemas de cantidad. Se han realizado diversas investigaciones sobre el uso del simulador, en campos de la ciencia y algunos otros en la matemática, pero no frente a un trabajo completamente virtual. En un estudio cualitativo que analizó los procesos de enseñanza aprendizaje usando la herramienta PhET, se concluyó que permite estimular a los estudiantes y ello logra un aprendizaje significativo (Reiss y Rehfeldt, 219). La herramienta también ha sido usada para los aprendizajes de fracciones equivalentes, en ese estudio se analizaron dos grupos, para ambos se observa que este aprendizaje ha mejorado; sin embargo, para el segundo grupo el avance ha sido muy significativo (Díaz, 2017).

2. Marco conceptual

2.1. Competencia matemática Resuelve problemas de cantidad

Esta competencia tiene como objetivo que el sujeto pueda plantear o solucionar situaciones problemáticas donde involucre descomponer o formar un número, tomando en cuenta la noción de cantidad. A su vez, se espera que el estudiante logre emplear diversas estrategias para encontrar la solución a un problema y que luego pueda decidir si es una respuesta exacta o una aproximación según el Currículo Nacional de Educación Básica [CNEB] (2016).

Considerando el enfoque de esta área, se debe tener en cuenta situaciones reales y significativas para que le proceso de enseñanza-aprendizaje sea más enriquecedor, es decir, que partan de lo vivencial para que el estudiante pueda utilizar diversos cálculos

ya sea de lo más simple a los más completo, todo esto teniendo en consideración el ritmo de aprendizaje y motivación del sujeto. Dentro de esta competencia existen capacidades, que según el Ministerio de Educación [MINEDU], (2016) son los diversos medios que el sujeto utilizará para lograr un propósito, estas se dividen en recursos como conocimiento, habilidades y actitudes. Es primordial llevar a cabo estos recursos para que se puedan lograr las capacidades planteadas en el área.

En la competencia "resuelve problemas de cantidad" se encuentra cuatro capacidades que el docente desarrollará: (1) Convertir del lenguaje matemático al literal y viceversa, (2) Comunicar su conocimiento sobre los números y las operaciones, (3) Usar estrategias para estimar y calcular y (4) Argumentar afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones.

2.2. Simulador PhET

Los simuladores son recursos que se emplean en la educación para modelar situaciones de la realidad, para ello se usan diferentes herramientas digitales (Díaz, 2017). Para que un simulador funcione se usan algoritmos, esta herramienta al modelar una situación le da oportunidad al estudiante de poder representar lo que imagina, además, le permite motivar su exploración e indagación (Paida y Calvache, 2019).

En el caso de PhET, presenta simulaciones de matemática y ciencias para el descubrimiento del mundo como física, química y biología, este simulador brinda situaciones que llaman la atención de los usuarios con sus imágenes a full color, niveles para todas y su fácil e intuitivo manejo, su acceso es sencillo ya que no necesita descargar por lo que puede ser desde un celular u ordenador. El simulador PhET es una adecuada estrategia didáctica (Díaz, 2017) ya que permite que los estudiantes puedan tener un aprendizaje más vivencial y significativo al representar simulaciones contextualizadas (Yáñez, 2018). También, es considerado como un medio de tecnología educativa pues amerita el uso de la virtualidad en el campo de la educación motivando a que la educación sea innovadora (Serrano et al., 2016).

Según lo expuesto, la investigación presente se enmarca en el siguiente objetivo: determinar el efecto de la aplicación del simulador PhET en el desarrollo de la competencia matemática "Resuelve problemas de cantidad" en educación virtual con estudiantes de quinto grado de primaria de una institución educativa del Callao (Lima - Perú).

3. Metodología

La investigación es mixta de tipo secuencial porque desarrolla una fase cuantitativa y luego explica los resultados con una fase cualitativa (Creswell & Creswell, 2018). El primer estudio es de diseño explicativo (Cauas, 2015) correspondiente al tipo cuasi experimental en el que participan un grupo experimental y de control quienes se someten a evaluaciones de Pre Test y Post Test (Santana, 2015). El segundo diseño corresponde al estudio de caso (Silva et al. 2021), que tiene como finalidad analizar las razones de los hallazgos en el primer estudio.

3.1. Muestra

Debido a la metodología mixta secuencial se contó con dos muestras. Para el primer estudio se contó con una muestra intencional (Campbell et al., 2020) de 34 estudiantes quienes cursan el quinto grado de educación primaria. Por ser de diseño cuasi experimental la muestra se estudió en dos grupos, el experimental con 20 participantes y el grupo de control con 14 participantes. Para el segundo estudio, se contó con la participación de un docente del área de matemáticas quien estaba a cargo de enseñar ambas secciones. La muestra del primer y segundo estudio pertenecían a una escuela privada de la provincia del Callao (Lima - Perú).

3.2. Instrumentos

Evaluación de competencias matemáticas (*Estudio 1*). Este instrumento evalúa la competencia "resuelve problemas de cantidad" mediante 12 preguntas con cuatro alternativas de respuesta. Sus características coinciden con la fase evaluativa (Kushner, 2017), de tipo sumativa (Ngan, 2020). Como se trata del estudio 1 de tipo cuasi experimental se elaboraron dos evaluaciones, una de ellas para el Pre Test y la segunda para el Post Test; ambas aplicadas al grupo experimental y al grupo de control. Así, por ejemplo, para la capacidad "Comunica su comprensión sobre los números y las operaciones" del Pre Test (p. ej.: *María ha gastado 1/3 del dinero que le dieron de propina sus abuelos en comprar un libro de aventuras. También se ha gastado 1/9 de su propina en comprar una caja de colores. ¿Qué fracción de propina en total ha gastado?*). Este instrumento se evaluó mediante juicio de expertos (Rohmadheny & Laila, 2020), con estudios especializados en educación primaria y con experiencia en la enseñanza de matemáticas en este nivel educativo.

Entrevista semi - estructurada (*Estudio 2*). Esta técnica resultó idónea debido a que según el orden de las preguntas se le permitió cierto grado de libertad al participante (Mahat-Shamir et al., 2021). Se diseñó una guía de entrevista considerando los objetivos, las variables tomaron el rol de categorías de investigación; luego se plantearon seis subcategorías de acuerdo a las capacidades curriculares (Estrategia didáctica, traduce cantidades a expresiones numéricas, comunica su comprensión sobre los números y las operaciones, tecnología educativa, usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo, argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y operaciones). Se elaboraron 12 interrogantes; por ejemplo, la segunda pregunta de la dimensión "comunica su comprensión sobre los números y las operaciones" (p. ej.: ¿Cómo ayudó el simulador a que los estudiantes se puedan expresar usando términos numéricos? ¿Podría contar alguna experiencia?). La guía de entrevista fue validada por juicio de expertos en el que se contó con el apoyo de tres profesionales (Colson & Cooke, 2018); todos con estudios especializados en educación y en investigación pedagógica.

3.3. Procedimientos de investigación

La presente investigación se planificó y se ejecutó con la previa coordinación de las autoridades de la escuela. Luego, se planificó las sesiones de aprendizaje en las cuales se aplicaría el Simulador PHET para la enseñanza de la competencia matemática "resuelve

problemas de cantidad". Con la planificación de las sesiones se validaron el Pre Test y el Post Test (*Estudio 1*) por juicio de expertos (Rohmadheny & Laila, 2020). Como siguiente fase se ejecutaron las sesiones de aprendizaje para el Grupo Experimental y el de Control aplicando en la sesión inicial el Pre Test y al final el Post Test. Las sesiones se desarrollaron aplicando la plataforma Zoom (2021). Los niveles de variación entre el Pre Test y el Post Test se analizaron aplicando los criterios de Rustom (2012), identificando así la influencia del Simulador PHET en los aprendizajes matemáticos en el Grupo Experimental.

Para la fase cualitativa (*Estudio 2*) se aplicó la entrevista semi estructurada al docente a cargo de los estudiantes del experimento. Las respuestas obtenidas se sometieron a un procedimiento de triangulación metodológica (Fusch et al., 2018) de codificación abierta (textual), axial y selectiva (organizadores gráficos), extrayendo así categorías emergentes para discutir los resultados (Williams & Moser, 2019). Es importante aclarar que ambos estudios se realizaron respetando los criterios de ética respetando la participación voluntaria de los participantes y la confidencialidad de sus datos personales (Goodwin, 2010); evitando mencionar cualquier información de la institución educativa que permita identificarlo (Nduna et al., 2022).

4. Resultados del Estudio 1

4.1. Pre-Test y Post-Test

Según los instrumentos aplicados, se procedió a analizar los resultados y en la Figura 1 se observa que el Grupo Experimental en el Pre-Test alcanzó una puntuación mínima de 4; que de acuerdo con el MINEDU (2016) representa un "logro en inicio" y lograron una puntuación máxima de 22 que representa "logro destacado". Luego, al evaluar el Post Test los estudiantes del Grupo Experimental alcanzaron una puntuación mínima de 4 y la máxima de 22; indicando que los estudiantes están entre el "logro en inicio" al "logro destacado".

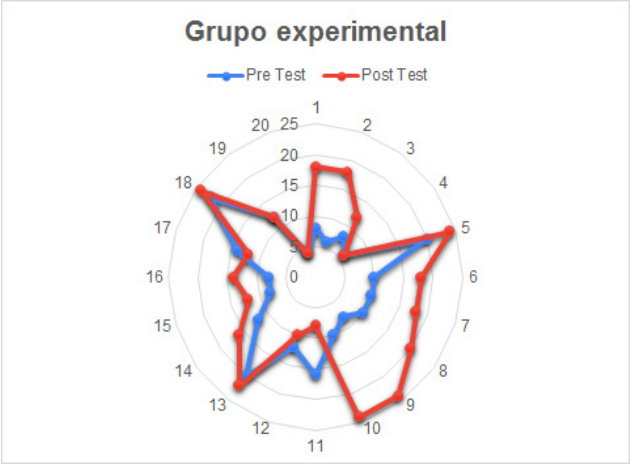


Figura 1 – Resultados del Pre y Post Test del grupo experimental.

Luego, en la Figura 2 se observa que el Grupo de Control en el Pre-Test alcanzó una puntuación mínima de 8; que de acuerdo con el MINEDU (2016) representa un "logro en inicio" y una puntuación máxima de 24 que representa "logro destacado". Además, al evaluar el Post Test los estudiantes del Grupo de Control alcanzaron una puntuación mínima de 2 y la máxima de 24; indicando que los estudiantes están entre el "logro en inicio" al "logro destacado".

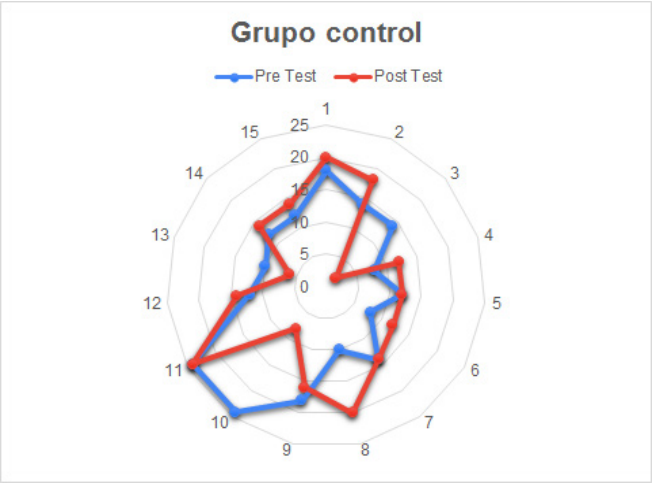


Figura 2 – Resultados del Pre y Post Test del grupo de control.

4.2. Coeficiente de Variación

Una vez analizados el Pre test y el Post test se estudiaron las diferencias de las puntuaciones del Grupo Experimental y del Grupo de Control con la finalidad de identificar la influencia del Simulador PHET (ver tabla 1). Este análisis se ejecutó mediante los coeficientes de variación (CV) y para interpretar el grado de diferencia entre grupos de asumieron los criterios de Rustom (2012) quien sugiere que los coeficientes poseen "gran homogeneidad" si son menores a 5%, "homogeneidad moderada" se logran valores entre 5% al 20%, "heterogéneos" si sus valores oscilan entre 20% al 50% y se les considera de "gran heterogeneidad" si son mayores a 50%. De acuerdo a estos niveles, se identificó que el CV del Grupo de Control era de 00% evidenciando que su desempeño en el Pre Test y el Post Test ha sido de "gran homogeneidad" (lo cual es evidente porque las calificaciones fueron las mismas). Esto podría decir que al no aplicar el Simulador PHET en sus aprendizajes la competencia matemática se mantuvo sin significativos progresos. Sin embargo, la variación sí se pudo observar en el Grupo Experimental quienes lograron un CV de 26% considerado "heterogéneo" evidenciando que sí hubo un incremento en la competencia matemática; lo cual se observa entre el Pre Test y el Post Test. Este incremento en la calificación final y la diferencia entre grupos evidencia que el Simulador PHET influye eficientemente en el aprendizaje matemático en estudiantes del quinto grado de educación primaria. Por lo que se puede concluir que,

como es característico de los estudios cuasi experimentales, la diferencia significativa entre grupos demuestra que, el experimento logró su propósito (Zurita, et al, 2018).

Grupos	Pre Test	Post Test	Media	*DE*	Coeficiente de Variación	Interpretación
Grupo Experimental	11	16	13,50	3,536	0.26 (26%)	Heterogénea
Grupo de Control	14	14	14,00	,000	0.00 (00%)	Homogénea

Nota. DE representa a la desviación estándar.

Tabla 1 – Resumen de resultados comparativos de grupos

5. Análisis y Discusión de Resultados del Estudio 2

5.1. Estrategia didáctica

En la educación se usan diversos medios y procedimientos para que el aprendizaje pueda ser más consciente y significativo, de esta manera la enseñanza sea más dinámica, beneficiando al proceso formativo (Díaz, 2017) siguiendo este planteamiento, se pasan a sintetizar las categorías emergentes en un organizador de codificación selectiva, donde se evidencia el inicio, procesos y cierre de la entrevista.

Categoría	Codificación Abierta o Textual	Categorías Emergentes
Estrategia didáctica	En la educación virtual he usado diversas estrategias centradas en la manipulación y la resolución de problemas a través de plataformas virtuales y herramientas de videoconferencia (...). Cabe resaltar que cada estrategia fue empleada de acuerdo a la necesidad y adaptada a la modalidad virtual (AE: 7-11).	Las estrategias didácticas se adaptan a la modalidad virtual
	[...]Los simuladores (...) al poseer o ejemplificar situaciones reales permiten que el estudiante pueda comprender aspectos de la matemática de forma más realista y de manera dinámica (AE:16-19).	El uso del simulador es una estrategia didáctica favorable
Traduce cantidades y expresiones numéricas	Lo primero que hago es asegurarme que el estudiante haya comprendido el problema, ejecutando preguntas y repreguntas (...), me aseguro no solo de que los estudiantes comprendan, sino que también usen el lenguaje matemático en sus respuestas (AE: 24-29).	La comprensión del problema asegura el uso del lenguaje matemático
	[...] En la fase de introducción pueden usar diversas formas y manipular para entender de qué trata el juego, de esta manera comprenden términos matemáticos que más adelante usarán para resolver un problema (AE: 40-42).	El simulador favorece el cambio de modelos matemáticos a problemas de la vida real

Categoría	Codificación Abierta o Textual	Categorías Emergentes
Comunica su comprensión sobre los números y las operaciones	[...] al crear problemas como parte del trabajo en equipo, los estudiantes deben tener en cuenta las operaciones que emplean y comunicarlas necesariamente utilizando el lenguaje numérico (AE:48-50).	La creación de un problema genera el uso del lenguaje matemático
	Usando el simulador en equipo, se pudo percibir que, gracias a sus diseños, como las flechas, para aumentar el denominador o numerador, o los gráficos, para recrear una fracción; los estudiantes al comunicarse inconscientemente traducen términos matemáticos (AE:58-60).	El diseño del simulador ayuda a realizar traducciones matemáticas

Tabla 2 – Resumen de resultados comparativos de grupos

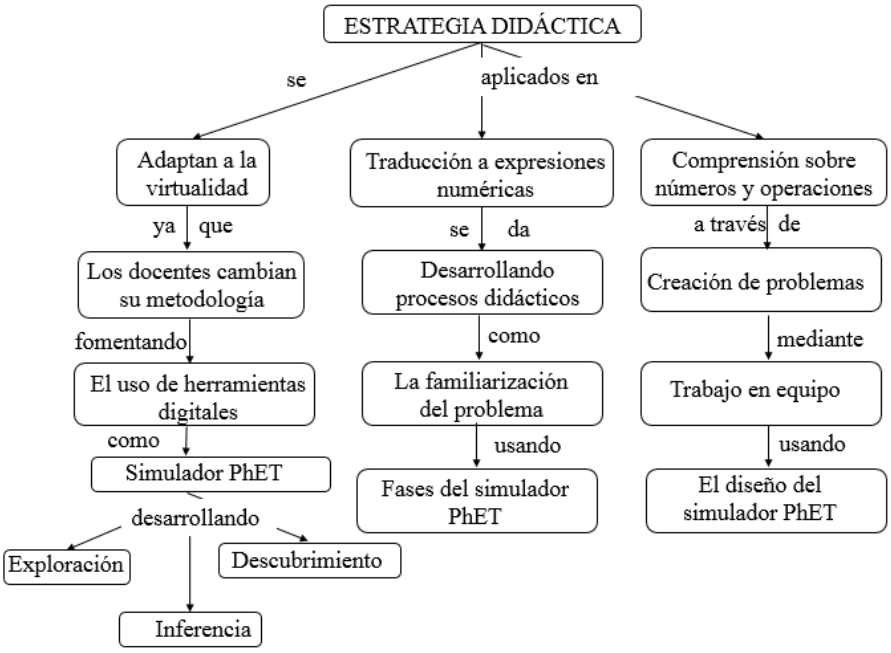


Figura 3 – Codificación selectiva correspondiente a la categoría “Estrategia didáctica”.

5.2. Tecnología Educativa

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se necesitan usar diversos medios para brindar una educación integral; por ello, surge la tecnología educativa que moviliza el uso de diferentes herramientas virtuales y competencias digitales en sus usuarios, por lo que se considera una forma de innovar (Serrano et al., 2016) en coherencia con ello, se sintetizan las categorías emergentes en un organizador de codificación selectiva:

Categoría	Codificación Abierta o Textual	Categorías Emergentes
Tecnología educativa	El uso de las TIC es importante porque nos brinda una estrategia nueva, una forma de innovación, es un soporte en la forma de enseñanza - aprendizaje dándonos diversas alternativas para poder llegar al estudiante, la tecnología motiva a que los estudiantes sigan aprendiendo en la actualidad, captan su atención con los diversos recursos que nos brindan. (AE:68-72).	Las de tecnología como soporte para la enseñanza y aprendizaje
	Los recursos tecnológicos de la matemática son diversos. Opino que son muy buenos, todos nos brindan diversas herramientas que reemplazan materiales indispensables para la representación gráfica, importante por ser un proceso didáctico (...) además, brindan una experiencia vivencial para los estudiantes a través del descubrimiento que resulta ser una experiencia enriquecedora (AE: 78-83).	Los recursos tecnológicos favorecen la enseñanza de las matemáticas
Usa estrategias y procedimiento de estimación y cálculo	Uso de medidas arbitrarias al hacer que con objetos cercanos puedan medir longitudes más grandes (...), divisiones por defecto o por exceso y de esa forma estimar, hacer un cálculo. (...) fortalecer el conteo con material concreto, (...) descomponer números y reagrupar cantidades (AE: 87-95).	Uso de diversas estrategias para desarrollar la estimación y cálculo mental matemático
Argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones	[...] la búsqueda de alguna estrategia que pueda ayudar a resolver el problema; (...) los motivos a defender una estrategia, (...) les planteó que no es la única forma de resolver el problema, que existen más, porque hay estrategias heurísticas, (...)luego comprobamos si sale la misma respuesta (AE: 103-115).	Las estrategias heurísticas motivan a justificar la resolución de un problema
	Todos los trabajos que se hicieron en equipos eran de tres o dos estudiantes, se escogía un representante para que pueda compartir la pantalla y usé el simulador PhET con la dirección de sus compañeros, al final el equipo explicaba haciendo uso del simulador. Considero que la socialización es la mejor forma de argumentar (AE: 122-125).	La socialización es la mejor estrategia para argumentar

Tabla 3 – Resumen de resultados comparativos de grupos

6. Conclusiones

De acuerdo a los resultados presentados en este estudio, se concluye que el uso del simulador *PhET* influye favorablemente en el desarrollo de la competencia matemática "resuelve problemas de cantidad". Según el primer estudio, se evidencia que, en el grupo de control, las calificaciones se mantuvieron igual tanto en el Pretest como en el Post Test; mientras que, en el grupo experimental, se evidenciaron calificaciones más altas en el Post Test, lo que demuestra que la competencia fue aprendida significativamente con el uso del simulador. Respecto al segundo estudio, la docente entrevistada señala que el simulador es una estrategia didáctica adecuada por los resultados en su práctica pedagógica, se concluye entonces que el uso de esta herramienta tecnológica permite desarrollar capacidades como la de convertir cantidades a expresiones numéricas y la de comunicar en el lenguaje matemático gracias a su diseño, ya que presenta diferentes recursos y su uso resulta intuitivo fortaleciendo la autonomía de los estudiantes. A su

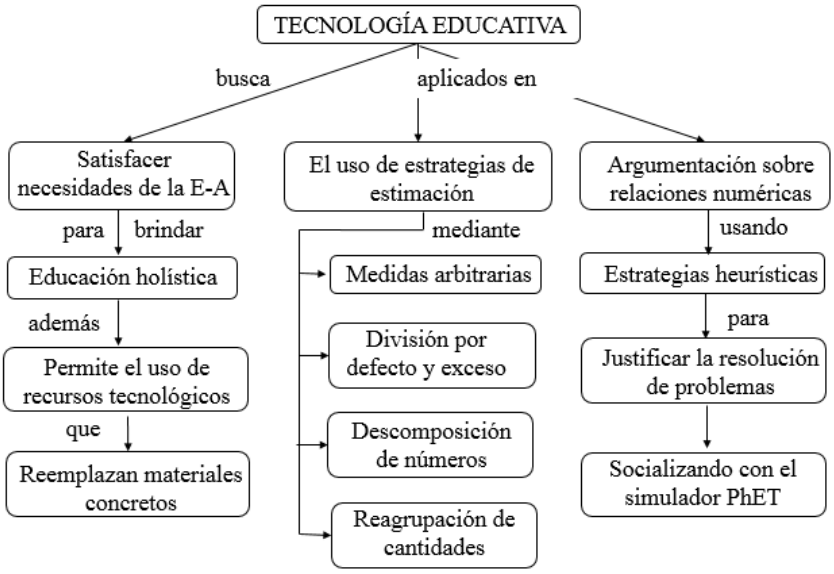


Figura 4 – Codificación selectiva correspondiente a la categoría "Tecnología Educativa".

vez, se concluye que el simulador PhET es una herramienta tecnológica importante, que al reflejar situaciones reales fortalece el aprendizaje de la ya mencionada competencia matemática". A su vez, se fortalece la capacidad de argumentar relaciones numéricas, gracias a la facilidad de realizar trabajo colaborativo y superar en equipo los diversos retos que proponía el simulador. Finalmente, es importante destacar que el maestro es pieza fundamental en el aprendizaje usando herramientas digitales y que el uso adecuado de los simuladores mejora el desarrollo de las matemáticas.

7. Recomendaciones

Para llevar a cabo este estudio experimental es necesario que todos los participantes tengan las mismas condiciones frente a la virtualidad y esto no afecte al desarrollo de sus actividades. Así como, se debe buscar la autonomía de los mismos al resolver las diversas pruebas que se les presenta, ya que al intervenir los padres de familia no se tendría un resultado que refleje el logro real de la competencia evaluada. Por este motivo, se recomienda realizar el estudio en una muestra con estudiantes con cierto grado de autonomía; por ejemplo, a partir de los 10 años de edad.

El presente trabajo ha sido realizado en la modalidad de educación virtual, por lo que se recomienda analizar el uso del simulador en un tipo de educación híbrida, donde la manipulación de material concreto para la construcción de la matemática esté presente, esto es importante ya que se evalúa el simulador como herramienta más que como única estrategia. Constituyendo un recurso didáctico para el logro de competencias de otras áreas (biología, física, química y ciencias de la Tierra). Se sugiere, para futuras

investigaciones abordar el uso del simulador bajo otros enfoques y tipos de investigación; por ejemplo, la investigación acción participativa, con el cual, esta metodología cíclica podría permitir aplicar y revaluar el uso del simulador con la sugerencia de estudiantes, padres y docentes.

Referencias

Blandford, R. & Thome, K. (2020). Post – Pandemic science and education. *American Journal of Physics, 88*(7), 518 – 520. https://authors.library.caltech.edu/104005/1/10.0001390.pdf

Cauas, D. (05 de noviembre de 2020). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación* [publicación en blog]. https://www.udocz.com/apuntes/125637/definicion-de-las-variables-enfoque-y-tipo-de-investigacion

Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D. & Walker, K. (2020). Purposive sampling: complex: or simple? Research case examples. *Journal of Nursing, 25*(8), 1-10.: https://doi.org/10.1177/1744987120927

Colson, A. & Cooke, R. (2018). Expert Elicitation: Using the Classical Model to Validate Experts' Judgments. *Review of Environmental Economics and Policy, 12*(1), 113–132. http://doi.org/10.1093/reep/rex022

Creswell, J. & Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5a ed.). SAGE Publications.

Díaz, J. (2017). Importancia de la simulación PhET en la enseñanza y el aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Educación y Desarrollo Social*, *11*(1), 48-63. https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/reds/article/view/2011/2531

Fusch, P., Fusch, G. & Ness, L. (2018). Denzin´s paradigm shift: Revisiting triangulation in qualitative research. *Journal of Social Change, 10*(1), 19-32). https://doi.org/10.5590/JOSC.2018.10.1.02

Goodwin, J. (2010). *Research in psychology: methods and design*. Brujas.

Kushner, S. (2017). *Evaluative Research Methods: Managing the Complexities of Judgment in the Field*. Information Age Publishing.

Mahat-Shamir, M., Neimeyer, R., Pitcho-Prelorentzos, Sh. (2021). Designing in-depth semi-structured interviews for revealing meaning reconstruction after loss, *Death Studies, 45*(2), 83-90. doi: 10.1080/07481187.2019.1617388

Ministerio de Educación del Perú. (2016). Currículo Nacional de Educación Primaria. http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf

Nduna, M., Mayisela, S., Balton, S., Gobodo-Madikizela, P., Kheswa, J. G., Khumalo, I. P., Makusha, T., Naidu, M., Sikweyiya, Y., Sithole, S. L., & Tabane, C. (2022). Research Site Anonymity in Context. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*. https://doi.org/10.1177/15562646221084838

Paida M. y Calvache, K. (2019). *Aplicación del simulador PhET en el proceso de enseñanza-aprendizaje del movimiento parabólico* (tesis de grado). http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39207

Reiss, E. y Rehfeldt, M. (2019). Software PhET E matemática: Possibilidade para o ensino e aprendizagem da multiplicação. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, *10*(1), 194-208. http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1557

Rohmadheny, P. & Laila, Y. (2020). Expert judgment of learning achievements evaluation instrument for children age 4-5 years old. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 5*(1), 168-176. https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i1.524

Rustom, A. (2012). *Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia: Una visión conceptual y aplicada*. Universidad de Chile.

Santana, I. (2015). *Diseño Cuasi-experimental (pre test/post test) Aplicado a la Implementación de Tics en el Grado de Inglés Elemental: Caso Universidad Tecnológica de Santiago Recinto Santo Domingo* (tesis de maestría). https://www.researchgate.net/publication/338165457

Serrano, J., Gutiérrez, I., y Prendes, M. (2016). Internet como recurso para enseñar y aprender. Una aproximación práctica a la tecnología educativa. 15(3), 169-170. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5766450

Silva, G., Oliveira, G. & Silva, M. (2021). Estudo de caso único: Uma estratégia de pesquisa. *Revista Prisma, 2*(1), 78-90.

Williams, M. & Moser, T. (2019). The art of coding and thematic exploration in qualitative research. *International Management Review, 15*(1), 45-55.

Yáñez, A. (2018). *Simulador PhET en la enseñanza de las cargas eléctricas en movimiento en los estudiantes de tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa "Paúl Dirac", durante el año lectivo 2017-2018* (tesis de grado). http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15336/1/T-UCE-0010-MF028-2018.pdf

Zoom. (2021). Comprehensive Guide to Educating Through Zoom. https://www.zoom.us/docs/en-us/childrens-privacy.html

Zurita, J., Marquez, H., Miranda, G. y Villasís, M. (2018). Estudios experimentales: diseños de investigación para la evaluación de intervenciones en la clínica. *Revista Alergia México, 65*(2), 178-186. https://www.redalyc.org/jatsRepo/4867/486759208007/html/index.html

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

Recebido/Submission: 12/12/2022
Aceitação/Acceptance: 11/03/2023

¿Educar con Recursos Tecnológicos? Se Puede Intentar: Un Estudio de Caso de Madres y una Docente de Educación Inicial en Puno - Perú

Ivan Iraola-Real[1], Juan Palomino-Paredes [2]

iiraola@uch.edu.pe; jcpalominouni@gmail.com

[1] Universidad de Ciencias y Humanidades, Los Olivos, Lima 15314, Lima, Perú.

[2] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Cercado de Lima, Lima 15081, Lima, Perú.

Pages: 532-543

Resumen: Durante la pandemia muchos pueblos andinos enfrentaron dificultades para implementar la educación virtual; sin embargo, a pesar de la carencia de recursos tecnológicos los docentes y familias lograron organizarse para continuar con la educación. En este contexto, el estudio propone analizar las estrategias de enseñanza virtual en educación inicial en un distrito de Puno (Perú) durante la pandemia. La investigación asumió una metodología cualitativa de tipo estudio de caso. Y mediante un muestreo por bola de nieve se entrevistó a una docente de educación inicial y a tres madres de familia. Adicionalmente, se aplicó la técnica de análisis fotográfico. Luego de la triangulación de datos cualitativos, se concluyó que la interacción con recursos tecnológicos fue parcial debido a las carencias de los mismos, pero a pesar de ello, las madres mediaron la enseñanza y algunos niños desarrollaron competencias matemáticas, personales, psicomotrices y de ciencias con el apoyo de recursos tecnológicos, locales y culturales.

Palabras-clave: Currículum, tecnologías de la información y la comunicación, diversificación de la educación, educación preescolar.

Educate with Technological Resources? You Can Try: A Case Study of Mothers and an Initial Education Teacher in Puno - Peru

Abstract: During the pandemic, many towns and institutions faced difficulties in implementing virtual education; however, despite the lack of technological resources, the teachers and mothers managed to organize themselves to continue the education of children. In this context, the study proposes to analyze virtual teaching strategies in initial education in a district of Puno (Peru) during the pandemic. The research assumed a qualitative case study methodology. Moreover, through a snowball demonstration, an initial education teacher and three mothers of students were interviewed. Additionally, the photographic analysis technique was applied. After the triangulation of qualitative data, it was concluded that the interaction with technological resources was partial due to their shortcomings, but despite this, the

mothers mediated the teaching and some children learned mathematical, personal, psychomotor and science skills with the support of technological, local and cultural resources.

Keywords: Curriculum, information and communication technologies, diversification of education, preschool education.

1. Introducción

En el Perú, la problemática de la educación en los pueblos andinos ha sido y es evidente en diversos contextos. Por un lado, se puede analizar que en el mundo existen diversas poblaciones que frecuentemente son desatendidas o vulneradas; lo que las obliga a enfrentar desigualdades político-económicas y lingüístico-culturales (International Work Group for Indigenous Affairs [IWGIA], 2020). Desde luego, estas dificultades se observan en la educación, en la que el currículo formal homogenizado reproduce las estructuras sociales y las aísla cada vez más (Kemmis, 1993). Desde la educación por objetivos (Gimeno Sacristán, 1982) hasta los Acuerdos de Bolonia (Beneitone et al., 2007) en la década de los 80 del siglo pasado, se continuó con la implementación de la Educación Basada en Competencias (EBC) cuya prioridad fue el desarrollo económico (Correa, 2007) mediante estándares en la educación (British Council, 2017) antes que la defensa de las culturas andinas. Esta dificultad se sigue observando en el contexto de la pandemia y post pandemia en el que es necesario que los docentes y estudiantes se adapten de forma súbita a la educación virtual (Lederman, 2020). Pero, esta adaptación no es del todo posible debido a que el aislamiento social dejó en evidencia muchas desigualdades sociales y económicas, como la carencia de recursos tecnológicos en docentes y estudiantes (Alcántara, 2020).

Como era lógico, estas brechas tecnológicas y sociales fueron más visibles en los pueblos andinos quienes en lugar de ver una oportunidad de educarse según sus recursos y necesidades culturales, se vieron en la necesidad de continuar o no con la educación virtual que, de alguna forma, fue una nueva manifestación de homogenización educativa. Además, esto sucede porque los programas curriculares formales no se ajustan a la realidad debido al centralismo de la gestión educativa, generando un distanciamiento de las necesidades estudiantiles y la escuela (Ruelas, 2021). Y específicamente, en la educación inicial y primaria en zonas rurales de Perú, no se lograron del todo los objetivos del Proyecto Educativo Nacional (PEN) al 2021 del Consejo Nacional de Educación (CNE, 2018) quienes en el balance del PEN expusieron serias limitaciones en los pueblos andinos peruanos, como, por ejemplo, en el Objetivo Estratégico 2 que planteaba formar *"Estudiantes e instituciones que logran aprendizajes pertinentes de calidad"*. Objetivo que se vio más afectado con la llegada de la pandemia y con la imposibilidad de desarrollar eficientemente la educación virtual porque durante el 2020 se observaron los resultados de la Encuesta Nacional Docente (ENDO) en la que se explicaba que de 28217 profesores de educación básica el 80.5% poseían una laptop y el 37.4% una computadora, pero solo el 62.5% contaba con internet en sus casas (Ministerio de Educación del Perú [MINEDU], 2020). Desde luego que esto imposibilitó lograr aprendizajes pertinentes y de calidad como lo indica el objetivo estratégico; siendo más dificultoso si se realiza de forma virtual en zonas rurales.

2. Marco conceptual

2.1. El Currículo de Educación Inicial y Virtualidad en Puno - Perú

Ejecutar la educación virtual y aplicar la diversificación curricular fue complejo en las provincias del Perú, por ello, en entornos rurales es indudable que llevar a cabo la educación inicial virtual ha sido completamente retador. Como se sabe, la educación inicial es esencial en la formación de los educandos (Peguero, 2021), por lo que, durante la pandemia fue necesario comprender el quehacer docente al gestionar el Currículo Nacional, y en especial, la competencia transversal *"Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y Gestiona su aprendizaje"* según la realidad de cada pueblo (MINEDU, 2016). Además de, gestionar un currículo escolar variado que atienda a la diversidad cultural (MINEDU, 2021b). Situación que según el CNE (2018) en el balance del PEN al 2021 no se logró en su totalidad. Si particularmente, se habla del Proyecto Educativo Regional concertado de Puno 2017-2025 (PERCP 2017–2025) (Dirección Regional de Educación de Puno [DREP], 2017) que planteó políticas educativas como acudir a representantes de las comunidades para realizar adaptaciones educativas según su cultura sin descuidar las necesidades de acreditación de las instituciones educativas. Lo que con seguridad ha sido algo complejo debido a las prioridades que surgieron durante la pandemia. Es por eso que resulta necesario investigar qué sucede con los pueblos andinos y cómo gestionaron y diversificaron el currículo en entornos virtuales.

Desde luego que, aplicar un currículo diversificado en la virtualidad ha resultado un gran reto. Por ejemplo, en la provincia peruana de Puno, el 88.2% poseían una laptop y el 38.2% una computadora, pero solo el 42.6% contaba con internet en casa (MINEDU, 2021a) lo que limitó el acceso a la educación virtual. Teniendo en cuenta que en la educación inicial se deben desarrollar competencias en diversas áreas curriculares como Personal Social, Psicomotricidad, Comunicación, Castellano como segunda lengua, Matemática y Ciencia y tecnología, que debieron lograrse de acuerdo a la competencia que promueve el desenvolvimiento en entornos virtuales generados por las TIC (MINEDU, 2016). El desarrollo de estas áreas y el fortalecimiento de las diversas competencias como "Construye su identidad" y "Se comunica oralmente en su lengua materna" resultan ser muy complejas, sobre todo en un espacio como Amantani (Puno, Perú) donde los padres y educandos tienen el quechua como lengua materna, frente a diversas herramientas digitales en inglés y castellano.

2.2. La Educación Inicial en la Isla de Amantani - Puno

Evidentemente, la pandemia dejó claras consignas sociales y una de ellas fue garantizar la equidad con la educación (Blandford & Thome, 2020). Lo mismo que en el Perú se contempló desde el PEN al 2021 pero no se logró del todo en pueblos andinos (CNE, 2018); como lo es Amantani – Puno. Distrito que requiere de un análisis de sus características geopolíticas que condicionan su cultura, demografía y desde luego su educación. La Isla de Amantani pertenece a la provincia del mismo nombre del departamento de Puno (Perú) (ver figura 1). Está ubicada a 3950 metros sobre el nivel del mar con temperaturas promedio entre 5°C a 20°C (Perú Travel, 2022). Sin embargo, durante la temporada de heladas desciende hasta -2°C. Es la isla más poblada del Lago Titicaca con habitantes

quechuas dedicados a la agricultura y al turismo, quienes se adaptaron de forma básica a las tecnologías de transporte y comunicación como la telefonía móvil (Gascón & Mamani, 2021). Lo que representó una dificultad más para desarrollar la educación virtual.

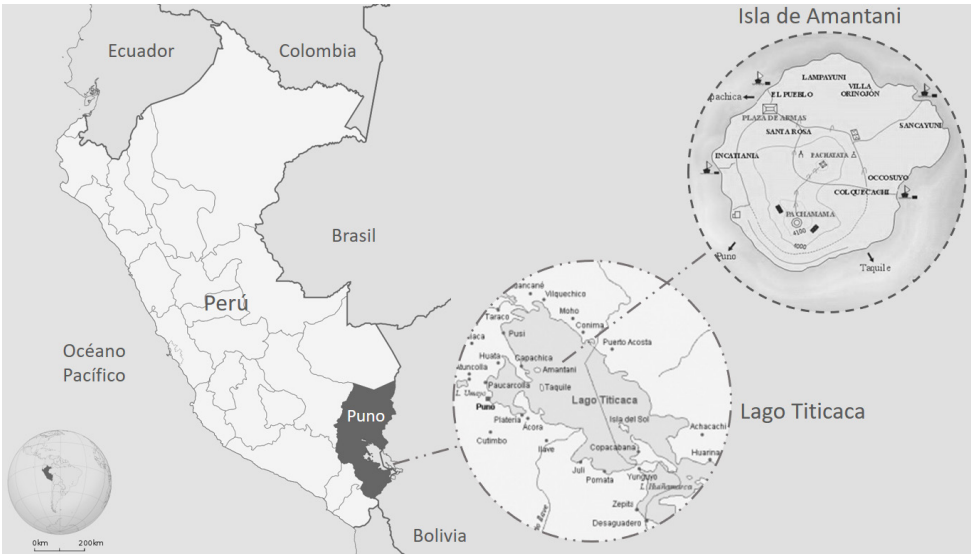


Figura 1 – Ubicación de la Isla Amantani.

Amantani cuenta con seis escuelas de educación inicial unidocentes multigrado en las que estudian niños de 3 a 5 años. También cuenta con una escuela primaria polidocente que atiende desde el primer a sexto grado. Durante la pandemia, estas escuelas no estuvieron completamente implementadas con todas las tecnologías para brindar la educación virtual y los hogares, en su mayoría, tampoco tuvieron dichas posibilidades. Además, se debe considerar la altura de la isla como limitante en la conexión telefónica y de internet, que son muy necesarias para la educación virtual. Por ello, resulta relevante analizar cómo se organizaron para desarrollar la virtualidad durante la pandemia.

2.3. Objetivo de Estudio

Según la reflexión previa, la investigación tiene como objetivo: analizar las estrategias de enseñanza virtual en educación inicial en un distrito de Puno (Perú) durante la pandemia. Específicamente, en cuanto a los recursos didácticos, procesos pedagógicos y logro de aprendizajes mediados por la competencia transversal *"Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC y Gestiona su aprendizaje"*.

3. Metodología

Según las características del objetivo de estudio y a la particularidad del contexto analizado la investigación se desarrolló con orientación cualitativa. De esta forma, se

analizaron las subjetividades de los involucrados en su ambiente cotidiano (Creswell & Creswell, 2018). Como se contó con un tiempo breve en un contexto particular la investigación corresponde al tipo estudio de caso (Silva et al. 2021). Y asumiendo que fue uno de los primeros acercamientos a la muestra el estudio se enmarca en el nivel exploratorio (Swaraj, 2019). Se consideran estas características porque analizado el contexto, el estudio es un acercamiento inicial a la realidad de la educación con herramientas tecnológicas en algunas familias de la Isla de Amantani.

3.1. Muestra

El estudio contó con la participación de tres madres de estudiantes de educación inicial y una docente. Se pudo establecer contacto con las participantes mediante un muestreo por bola de nieve (*snowball sampling*), de esta manera una entrevistada sugirió a otras personas como informantes (Leighton et al, 2021). El contacto se estableció con la primera madre de 46 años quien tenía un hijo de 4, perteneciente a la educación inicial, ella contactó a dos madres, de las cuales una aceptó ser entrevistada; ella tenía 38 años y una hija de 5 años. Del mismo modo, sugirió a otras madres de las cuales se pudo entrevistar a una más de 27 años con un hijo de 5 años. No se pudo contactar a la siguiente madre porque se encontraba en sus actividades agrícolas.

3.2. Instrumentos

Entrevista semi - estructurada. Se diseñó una guía de entrevista para las madres y otra para la docente. La finalidad fue obtener información de las participantes orientadas por preguntas abiertas (Williams & Moser, 2019). Se plantearon seis preguntas en base a la competencia transversal y a las tres categorías de análisis "recursos didácticos, procesos pedagógicos y logro de aprendizajes". Por ejemplo, para la primera categoría "recursos didácticos" se preguntó a las madres "*En la pandemia ¿Qué orientaciones le brindaba la maestra a usted para elegir materiales u objetos para enseñar a su hijo? ¿Por qué le solicitó ello?*". Luego, para la segunda categoría "procesos pedagógicos" se consultó a las madres "*Según su experiencia en la educación virtual ¿Qué actividades le sugería la maestra para que ejecute y su niño aprenda? ¿Podría explicarnos cómo usted y su hijo desarrollaban esta actividad?*". Y para la tercera categoría "logros de aprendizaje" se preguntó a la docente "*¿Cómo usted podía verificar que los niños habían aprendido? ¿Cómo evaluaba esto en la virtualidad?"*. Como se observa en los ejemplos, la entrevista se adaptó según la persona a entrevistar. Las entrevistas fueron validadas por juicio de expertos para verificar su pertinencia y suficiencia de las preguntas (Colson & Cooke, 2018).

Análisis fotográfico. Esta técnica visual de la investigación cualitativa permite expandir e integrar la información obtenida (Buckle & Dwyer, 2019). Se diseñó una guía de análisis fotográfico, la cual orientó la toma de las fotografías adecuadas según la competencia transversal y las categorías de análisis "recursos didácticos, procesos pedagógicos y logro de aprendizajes"; así se logró obtener fotografías coherentes con el objetivo de estudio. Cada categoría contaba con imperativos de obtención fotográfica. Por ejemplo, el primer imperativo solicitaba: "*Fotografía de los recursos, lugares o actividades que la madre se agenciaba para educar a su hijo en la virtualidad*". Para su adecuada aplicación, la guía también fue revisada por juicio de expertos (Colson & Cooke, 2018),

quienes según su experiencia analizaron coherencia y pertinencia a los imperativos de obtención fotográfica.

3.3. Procedimientos

Primero: el proyecto de investigación se planificó en el primer trimestre del año 2022, esto incluyó la validación de los instrumentos. En esta etapa el proyecto fue aprobado. Durante la planificación se indagó bibliográficamente respecto a la implementación y las problemáticas de la educación virtual en la isla. ***Segundo:*** se realizaron las coordinaciones con los contactos y con las autoridades para realizar el viaje a la provincia peruana de Puno y luego navegar el Lago Titicaca hasta la Isla de Amantani. Este viaje se realizó en el mes de mayo del 2022. ***Tercero:*** se estableció el contacto con la primera madre informante. A ella se le leyó el protocolo de consentimiento informado explicando las finalidades de la investigación, su tipo de participación y la confidencialidad de sus datos (Goodwin, 2010). De esta manera, el anonimato de las participantes se mantuvo codificando a las mismas como "Docente" o "Madre 1". En este procedimiento se solicitó el permiso para hacer grabaciones de audio; lo mismo que se repitió los días posteriores con las demás entrevistadas. ***Cuarto:*** luego, en el retorno del viaje, se realizaron las transcripciones de las grabaciones para iniciar los procesos de codificación (Fernández, 2006). También se codificaron las fotos con las iniciales de las categorías. Por ejemplo: se agregó el número de orden de la foto y las "RD" como referencia a la categoría "recursos didácticos", además de, un número de orden, quedando el código siguiente: "Foto 1 (RD1)". Inicialmente se realizó la triangulación de las técnicas (Fusch et al., 2018), luego se codificaron de forma textual e identificaron categorías emergentes, así se desarrolló el análisis y discusión de resultados (Williams & Moser, 2019). En el proceso de triangulación se buscó la coherencia entre las entrevistas, las fotografías y la competencia *"Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC y Gestiona su aprendizaje"* (MINEDU, 2016).

4. Análisis y Discusión de Resultados

El análisis y la discusión se realizaron de acuerdo a las categorías de análisis (Fernández, 2006; Williams & Moser, 2019), "recursos didácticos, procesos pedagógicos y logro de aprendizajes".

4.1. Primera Categoría: Recursos Didácticos

Según el análisis de las categorías emergentes de la Tabla 1, se puede observar que, durante la virtualidad, la docente y las madres realizaron esfuerzos por cumplir con la educación de los estudiantes. De esta manera, lograron las competencias de aprendizaje propuestas en el Currículo Nacional para Educación Inicial con la oportunidad de interactuar con las TIC (MINEDU, 2016); pero, como fue característico de la pandemia, se presentaron dificultades de adaptación a la educación virtual (Lederman, 2020) porque carecían de recursos tecnológicos (Alcántara, 2020). Sin embargo, a pesar de las limitaciones, se aprecia que la docente y las madres lograron aproximarse a la competencia transversal haciendo uso de tecnología básica como celulares analógicos e inteligentes (aunque escasos) para comunicar las tareas; al mismo tiempo, ejecutarlas

con materiales no estructurados y actividades comunitarias como recursos didácticos. Particularmente, las actividades comunitarias, incluso sus restos arqueológicos se vincularon para el aprendizaje de la competencia curricular del área de Personal Social de educación inicial denominada "convive y participa" (MINEDU, 2016), demostrando de alguna forma que se pudo diversificar el currículo (MINEDU, 2021b).

Competencia Transversal *"Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC y Gestiona su aprendizaje"*		
Fotografía (Guía de análisis fotográfico)	**Codificación Abierta o Textual (Guía de entrevista)**	**Categorías Emergentes**
 Foto 1 (RD1)	En la pandemia no teníamos luz, la planta reciencito la hicieron en el 2020 y las casas tenemos luz y tampoco hay internet (…) Solo había computadora en la tienda de la plaza, en el colegio y ahí nomás había internet. Enviaba tareas por correo o celular y le pedía que busquen semillas, piedritas, maderas para que las hagan (Docente: 10 – 14). Ella [la profesora] me enviaba las clases para imprimir en hojas, luego me explicaba por teléfono (Madre 1: 7 – 8).	Dificultades para lograr la competencia transversal Emplearon materiales no estructurados
 Foto 2 (RD2)	Para la competencia convive y participa democráticamente le decía por mensaje de texto que busquen una actividad donde su wawa[1] haga algo con otras personas, como el trabajo en la chacra (Docente: 17 – 19). Cuando podía enviaba fotos, le preguntaba a la maestra si estaba bien que mi hijo ayude limpiando el camino a la Pachamama[2] y Pachatata[3]. Dijo que estaba bien, eso lo gustó y a mi hijo también… es que le gusta salir como asno, le gusta hacer cosas con gente (Madre 2: 11 – 14).	Usaron tecnologías básicas en la educación Actividades comunitarias como recursos didácticos

Nota: 1. El término "Wawa" refiere a sus hijos. 2, "Pachamama" y 3, "Pachatata" se refieren a los restos arqueológicos de los templos sagrados de la isla.

Tabla 1 – Recursos didácticos

4.2. Segunda Categoría: Procesos pedagógicos

Se analizaron los procesos pedagógicos extrayendo categorías emergentes como conclusión preliminar del análisis de las fotos y de las entrevistas (ver Tabla 2). Se identificó que la docente y las madres trabajaron la competencia del área de Ciencia y Tecnología "explora su entorno para conocerlo" (MINEDU, 2016); y en algunos casos, hubo estudiantes que emplearon celulares en su aprendizaje descubriendo directamente algunos conocimientos en su entorno. Esto evidenció que en la pandemia los docentes, padres y estudiantes se adaptaron parcialmente a la educación remota, algo que

posiblemente deben hacer para la y post pandemia (Lederman, 2020). A pesar de la carencia de computadoras e internet (MINEDU, 2020; 2021a); se observaron casos de aproximaciones a un currículo diversificado según el contexto del educando (MINEDU, 2021b).

Competencia Transversal *"Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC y Gestiona su aprendizaje"*		
Fotografía (Guía de análisis fotográfico)	**Codificación Abierta o Textual (Guía de entrevista)**	**Categorías Emergentes**
 Foto 3 (PP1)	[...] por teléfono les pedía que sus hijos exploren lo que puedan ver fuera de su casa. Y una madre me envió una foto que su niña había tomado. Ella [la estudiante] era bien preguntona, decía que el sol se oculta y el cielo cambia de color... Y eso hacemos en ciencias (Docente: 22 – 27). Ella cogía mi celular y tomaba fotos. Y tomó fotos del lago con el sol poniéndose. Decía que había descubierto que todo tenía muchos colores (Madre 1: 12 – 14).	Trabajaron la competencia "explora su entorno para conocerlo" Algunos estudiantes emplearon celulares en su aprendizaje
 Foto 4 (PP2)	Mi hija decía, la maestra quiere que busque plantas y animales de tu ropa. Nosotros bordamos picaflores y flores de Cantuta[4]. Y ella cortaba flores y las miraba con mi ropa. Es una flor de Cantuta, roja la flor como tu vestido (Madre 2: 21 – 32). Mi niña decía con la flor roja puedo pintar manzanas y casas, los techos. Salía (...) y recogía flores para pintar en las paredes con sus deditos (Madre 3: 17 – 22).	Desarrollaron la competencia de ciencias descubriendo directamente

Nota: 4, la flor de Cantuta es típica de la sierra de Perú y Bolivia. Usualmente se representa en las vestimentas de las mujeres de las islas de Taquile y Amantani, también en otros pueblos. Se le considera distintiva de la cultura y la identidad andina.

Tabla 2 – Procesos pedagógicos

4.3.Tercera Categoría: Logro de Aprendizajes

En la categoría de logro de aprendizajes (ver Tabla 3) se observó que la maestra y las madres lograron algunas competencias de aprendizaje del área de Matemáticas; esta competencia fue "construye nociones de cantidad" mediante el uso de material no estructurado de su entorno (MINEDU, 2016). Se puede observar que la maestra y las madres evaluaron los aprendizajes con recursos tecnológicos básicos. Por ejemplo, cuando los niños expresan sus emociones creando rostros con semillas y hojas de árboles evidencian el conocimiento de sus propias emociones. Lo que es característico de la capacidad que indica "se expresa corporalmente" y "autorregulación de sus

emociones". Y al mismo tiempo, sin dejar de lado la competencia del área Psicomotriz "se desenvuelven de manera autónoma a través de su motricidad" (MINEDU, 2016).

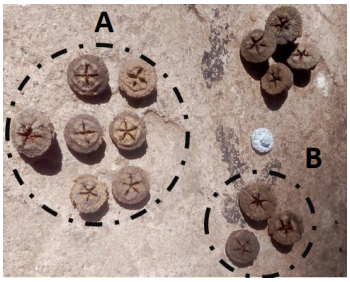
Competencia Transversal *"Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC y Gestiona su aprendizaje"*		
Fotografía (Guía de análisis fotográfico)	**Codificación Abierta o Textual (Guía de entrevista)**	**Categorías Emergentes**
 Foto 5 (LA1)	[…] le decía a mi wawa que junte las semillas de eucalipto en grupos, un grupo grande, otros pequeños. Le pedía que me diga cuál tenía más semillas. Y él que tiene 4 años me señalaba el que tenía 7 semillas (A). Él no cuenta bien, pero señalaba así. Luego el que tenía menos y me señalaba el de 3 semillas (B) (Madre 2: 31 – 34). Las mamás me enviaron fotos de las tareas de sus niños y observé que el niño aprendió a decir más, menos, mayor, menor, eso… (Docente: 35 – 39).	Construye nociones de cantidad Evaluaron aprendizajes con recursos tecnológicos básicos
Foto 6 (LA2)	En la tarea (…) le pregunté a mi wawa qué sintió cuando cosechamos las ocas, la quinua, las papas… y me dijo que contento, y le dije que, con las hojas y semillas de eucalipto, del árbol que haga la cara de cuando estaba contento. Hizo una cara bonita, con sonrisa la hizo. Tomé una foto para la maestra (Madre 3 2: 25-28). Pocas mamás me enviaban fotos seguidas de sus niños haciendo caras de molesto y felices. Ellos se sentían. Ahí vi que [los estudiantes] conocían sus propias emociones (Docente: 35 – 39).	Se desenvuelve de manera autónoma a través de su motricidad (Autorregula sus emociones).

Tabla 3 – Logros de aprendizaje

5. Conclusiones y trabajos futuros

En el estudio se puede apreciar que la educación virtual no representó del todo un logro significativo como se esperaba para toda la comunidad de la Amantani. Los resultados exploratorios permiten comprender parcialmente lo acontecido a nivel de la gestión de un currículo escolar diversificado que cumpla la competencia transversal *"Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC y Gestiona su aprendizaje"* del Currículo Nacional. Es decir; permite inducir casos particulares de intentos de educación virtual. Los cuales, en casos puntuales se lograron con algunas competencias de Educación Inicial del área de Personal Social, Matemáticas, Ciencia y Tecnología y el área Psicomotriz. Esto permite analizar que como país y como distrito existen evidencias de las limitaciones que se tienen, lo que las docentes y madres de la Isla de Amantani afrontaron con sus aciertos y dificultades; pero con el fin de garantizar el aprendizaje de los niños. Para una

mejor intervención, se considera hacer estudios teórico-prácticos que permitan no solo obtener diagnósticos de la realidad rural; sino que, también permitan solucionar varias de estas limitaciones. Es decir, proponer bajo la metodología de investigación acción participativa estrategias para afrontar la educación virtual o híbrida. Además, proyectos interdisciplinarios que ayuden con la implementación de tecnologías para optimizar la conectividad de todos los pobladores de la isla: lo cual tendría utilidades educativas y económico productivas.

Referencias

Alcántara, A. (2020). Educación superior y Covid-19: Una perspectiva comparada. En H. Casanova (Comp.). *Educación y pandemia. Una visión académica*. (pp. 75-82). Universidad de Nacional Autónoma de México: Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación.

Beneitone, P., Esquetini, E., González, J., Marty, M., Siufi, G. & Wagenaar, R. (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe Final – Proyecto Tuning – América Latina 2004 – 2007. Recuperado de http://www.sg.inter.edu/uploads/UIPRSG/documentos/asuntos_academicos/RevisionPEG/Proyecto%20Tuning%20America%20Latina_Informe%20Final_Espanol_2007.pdf

Blandford, R. & Thome, K. (2020). Post – Pandemic science and education. *American Journal of Physics, 88*(7), 518 – 520. https://authors.library.caltech.edu/104005/1/10.0001390.pdf

British Council. (2017). *The Reform of the Peruvian University System: Internationalization, progress, challenges and opportunities*. https://www.britishcouncil.pe/sites/default/files/the_reform_of_the_peruvian_university_system_interactive_version_23_02_2017_fg.pdf

Buckle, J. & Dwyer, S. (2019). A picture and a thousand words: The role of photography in a qualitative study of memorial tattoos. *Methods in Psychology, 1*(100003), 1 – 4. https://doi.org/10.1016/j.metip.2019.100003

Colson, A. & Cooke, R. (2018). Expert Elicitation: Using the Classical Model to Validate Experts' Judgments. *Review of Environmental Economics and Policy, 12*(1), 113–132. http://doi.org/10.1093/reep/rex022

Consejo Nacional de Educación. (2018). Proyecto Educativo Nacional. Balance y Recomendaciones. Lima: CNE

Correa, E. (2007). *Orígenes y desarrollo conceptual de la categoría de competencia en el contexto educativo*. Bogotá. Editorial Universidad del Rosario.

Creswell, J., y Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5a ed.). SAGE Publications.

Dirección Regional de Educación de Puno. (2017). Proyecto Educativo Regional concertado de Puno 2017-2025. https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/7616

Fernández, L. (2006). ¿Cómo analizar datos cualitativos? *Butlletí LaRecerca*. 1-13. https://cupdf.com/document/fernandez-lissette-como-analizar-datos-cualitativos.html?page=1

Fusch, P., Fusch, G., Ness, L. (2018). Denzin's paradigm shift: Revisiting triangulation in qualitative research. *Journal of Social Change, 10*(1), 19-32). https://doi.org/10.5590/JOSC.2018.10.1.02

Gascón, J., & Mamani, K. (2022). Community-based tourism, peasant agriculture and resilience in the face of COVID-19 in Peru. *Journal of Agrarian Change*, 22(2), 362– 377. https://doi.org/10.1111/joac.12447

Gimeno, J. (1982). Pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia. Morata.

Goodwin, J. (2010). Research in psychology: methods and design. Brujas.

International Work Group for Indigenous Affairs (IWGIA). (2020). *The Indigenous world 2020*.

Kemmis, S. (1993). El curriculum: más allá de una teoría de la reproducción. Morata.

Lederman, D. (2020). Preparing for a Fall without In-person Classes. https://www.insidehighered.com/digital-learning/article/2020/04/01/preparingquietly-fall-semester-without-person-instruction

Leighton, K., Kardong-Edgren, S., Schneidereith, T. & Foisy-Doll, C. (2021). Using Social Media and Snowball Sampling as an Alternative Recruitment Strategy for Research, *Clinical Simulation in Nursing, 55*, 37-42. https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.03.006

Ministerio de Educación del Perú. (2016). Currículo Nacional de la Educación Básica. http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-2016-2.pdf

Ministerio de Educación del Perú. (2020). Encuesta Nacional a Docentes de Instituciones Educativas Públicas de Educación Básica Regular: ENDO Remota 2020. http://www.minedu.gob.pe/politicas/docencia/pdf/ppt-endo-2020.pdf

Ministerio de Educación del Perú. (2021). Encuesta Nacional a Docentes de Instituciones Educativas Públicas de Educación Básica Regular: ENDO Remota 2021. http://www.minedu.gob.pe/politicas/docencia/pdf/endo/2021/endo2021-0-nacional.pdf

Ministerio de Educación del Perú. (2021a). Encuesta Nacional a Docentes de Instituciones Educativas Públicas de Educación Básica Regular: ENDO Remota 2021; Resultados Región Puno. http://www.minedu.gob.pe/politicas/docencia/pdf/endo/2021/endo2021-22-puno.pdf

Ministerio de Educación del Perú. (2021b). Resolución Viceministerial Nro. 222-2021-MINEDU. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2014807/RVM%20N%C2%B0%20222-2021-MINEDU.pdf.pdf

Nduna, M., Mayisela, S., Balton, S., Gobodo-Madikizela, P., Kheswa, J. G., Khumalo, I. P., Makusha, T., Naidu, M., Sikweyiya, Y., Sithole, S. L., & Tabane, C. (2022). Research Site Anonymity in Context. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*. https://doi.org/10.1177/15562646221084838

Peguero, R. (2021). Relevancia de le Educación Inicial para un desarrollo integral. *Revista de Investigación y Evaluación Educativa, 7*(2), 4-13. https://revie.gob.do/index.php/revie/article/view/1/1

Perú Travel. (2022). Experiencia Amantani: paraíso rodeado de agua. https://www.peru.travel/es/experiencias/amantani

Ruelas, D. (2021). Origen y perspectivas de las políticas de la Educación Intercultural Bilingüe en el Perú: utopía hacia una EIB de calidad. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 23(36), 205-225. https://doi.org/10.19053/01227238.10831

Silva, G., Oliveira, G. & Silva, M. (2021). Estudo de caso único: Uma estratégia de pesquisa. *Revista Prisma, 2*(1), 78-90.

Swaraj, A. (2019). Exploratory Research: Purpose And Process. *Parisheelan, 15*(2), 665-670. http://crm.skspvns.com/wp-content/uploads/2020/09/110-Ananya-Swaraj.pdf

Williams, M., & Moser, T. (2019). The art of coding and thematic exploration in qualitative research. *International Management Review, 15*(1), 45-55.

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

Recebido/Submission: 06/12/2022
Aceitação/Acceptance: 30/03/2023

Detección y solución de vulnerabilidades con Greenbone Security Assistant

Luis Chiluiza[1], Liliana Enciso[1,2]

lechiluiza@utpl.edu.ec; lenciso@utpl.edu.ec

[1] Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad Técnica Particular de Loja, 1101608, Loja, Ecuador.

[2] Grupo de Investigación Innovación Tecnológica Educativa, Universidad Técnica Particular de Loja, 1101608, Loja, Ecuador.

Pages: 544-554

Resumen: El monitoreo de red hoy en día, se ha convertido en un proceso importante en la prevención de posibles ataques o generación de vulnerabilidades en una red informática. El área de informática en donde se encuentran los servidores del sector de transporte, no es la excepción. En el presente trabajo se realizó el monitoreo de red, que permitió detectar en tiempo real las vulnerabilidades a la que está expuesta este sector y las posibles soluciones que se puede dar a cada una de ellas. El método utilizado en este estudio fue el análisis de ataques y vulnerabilidades más aplicados de manera general en el transporte público y mediante el uso de la herramienta de monitoreo Greenbone se obtuvo información detallada sobre cómo afecta a la red. Los resultados mostraron que el monitoreo de red con la ayuda de esta herramienta fue útil para detectar y solucionar problemas en tiempo real.

Palabras-clave: monitoreo; vulnerabilidades; Greenbone.

Vulnerability Detection and Remediation with Greenbone Security Assistant

Abstract: Nowadays, network monitoring has become an important process in the prevention of possible attacks or generation of vulnerabilities in a computer network. The IT area where the transportation sector servers are located is no exception. In the present work, network monitoring was carried out to detect in real time the vulnerabilities to which this sector is exposed and the possible solutions that can be given to each of them. The method used in this study was the analysis of attacks and vulnerabilities more generally applied in public transport and by using the Greenbone monitoring tool detailed information was obtained on how it affects the network. The results showed that network monitoring with the help of this tool was useful to detect and solve problems in real time.

Keywords: monitoring; vulnerabilities; Greenbone.

1. Introducción

La seguridad de la información es uno de los elementos neurálgicos e importantes de las empresas. Según la Organización Internacional de Normalización (ISO), la seguridad de la información es "la protección de la información frente a amenazas internas y externas, que pueden comprometer su integridad, confidencialidad y disponibilidad" (SO/IEC 27000, 2018).

Las amenazas a las que está expuesta la información pueden ser de diversa índole: desde amenazas físicas (incendios, robos, etc.), hasta amenazas informáticas (ataques informáticos, virus, etc.) (Jang-Jaccard, & Nepal, 2014; Wheeler, 2011). Por ello es necesario que las empresas implanten medidas de seguridad adecuadas para proteger la información.

En la actualidad, la sociedad depende cada vez más del ciberespacio para realizar las distintas actividades cotidianas. Monitorear una red e identificar parámetros de monitoreo requiere del contexto en el que se llevará acabo el análisis ya sea esta a nivel de software o de red (Quispe & Galan, 2012, 2013; Guaman, et al., 2017).

Muchas empresas han incrementado sus transacciones económicas a través de Internet y por tanto están expuestas a ser atacadas por ciberdelincuentes, estos ataques pueden tener consecuencias devastadoras para las empresas, ya que pueden dañar sus sistemas informáticos, robar sus datos o interrumpir sus operaciones (Zaharia, 2021). Por esta razón, es importante que las empresas tomen medidas para protegerse contra estas amenazas.

Cada empresa u organización se enfoca de manera diferente para evitar estos ciberataques, algunas empresas se enfocan en la seguridad de la información, otras en la seguridad de las redes, y otras en la seguridad de los dispositivos (Enciso-Quispe, 2018; Enciso et al., 2017).

Detectar un peligro cibernético por lo tanto es el primer paso para tomar medidas contra esa amenaza o ataque y para eso se debe comprender que las redes de datos evolucionan y se están convirtiendo en un tema complejo por la exigencia de operación y de alta demanda.

El monitoreo de red es el proceso de supervisar constantemente una red informática en busca de problemas como tráfico lento o fallas de componentes (Enciso et al., 2016; Enciso-Quispe et al., 2017; Quezada-Sarmiento et al., 2017). Por lo tanto, se debería realizar una supervisión de red que implica observar y reportar incidentes las 24 horas del día, los 7 días a la semana.

2. Marco teórico

2.1. Monitoreo en el sector del transporte público

El monitoreo de red es la actividad que consiste en vigilar el funcionamiento de las redes de datos y detectar y resolver problemas en el mismo. El objetivo es garantizar el funcionamiento de las redes de datos y la disponibilidad de los servicios que ofrecen.

Para lograrlo, el monitoreo de red debe ser capaz de detectar y resolver problemas en tiempo real. Por lo tanto, los tipos de monitoreo en el sistema de transporte publico de usuarios se enfocan en la calidad del servicio, la seguridad y la eficiencia. El objetivo es un servicio de alta calidad, seguro y eficiente para los usuarios.

Las principales características de un monitoreo de red según Abbasi et al. (2021); Grecon (2019) son:

- Detección de fallas: Permite detectar fallas en la red y averiguar qué dispositivos están causando el problema.
- Análisis de tráfico: Ayuda a analizar el tráfico de red y determinar el tipo de tráfico.
- Monitoreo de rendimiento: Permite medir el rendimiento de la red e identificar problemas de rendimiento.
- Prevención de intrusiones: Ayuda a detectar intrusiones en la red.

En la red del transporte público son:

- Identificar el conjunto de vías y estaciones que conforman la red.
- Seguimiento en tiempo real de la posición de los vehículos de transporte público en la red.
- Identificar las rutas y horarios de los vehículos.
- Evaluar el estado de la red y los niveles de servicio.
- Determinar el impacto de eventos en la red.

Es importante también definir que es un “ataque”, el mismo que se establece como un intento de acceder indebidamente a una computadora o a una red a través de Internet. Los ataques en la red pueden ser: robo de información, o física, como el daño a los equipos. Según la SO/IEC 27000 (2018), un ataque en la red es “Intentar destruir, exponer, alterar, deshabilitar, robar u obtener acceso no autorizado o hacer un uso no autorizado de un activo”.

Un ataque en la red del transporte público de usuarios es un intento de acceder indebidamente a sus distintos sistemas a través de Internet para obtener información importante como: aforo de pasajeros, rutas, ubicación de unidades mediante GPS, y poder modificar la información almacenada en los servidores, robo de datos o al bloqueo del acceso a la información.

2.2. Principales incidentes en un ataque de red

Son todos los acontecimientos que amenazan la seguridad de un sistema informático y pueden ser provocados por diversos factores, tales como fallos en el software o en los sistemas de hardware, errores de programación, acceso no autorizado y/o virus y pueden tener diferentes consecuencias como la intrusión, robo de información, sabotaje, verse expuesto a contenido abusivo, comprometer la disponibilidad, ser causa de fraude y quedar expuestas las vulnerabilidades (ISOTools Excellence, 2021; Universidad veracruzana, 2020).

Por otro lado, los eventos de seguridad, son sucesos potencialmente dañinos para la seguridad de una red o de los datos almacenados en ella. Ptsecurity (2020) menciona que la búsqueda de incidentes empieza conectando fuentes que generan una gama de eventos, discriminándolos en dos sucesos que son las fuentes de TI y las fuentes de seguridad. Las

fuentes de TI se refieren a aplicaciones y software que generan eventos de TI y no evalúan los eventos como "buenos" o "malos". Ejemplos: registros de servidores y estaciones de trabajo (control de acceso, tiempo de actividad, cumplimiento de políticas), equipos de red (cambios de configuración, acceso a dispositivos), mientras que las fuentes de eventos de seguridad son productos de software y hardware especialmente diseñados que generan eventos de seguridad. Estas fuentes se enriquecen con conocimiento externo para interpretar cualquier evento dado como "bueno" o "malo" por seguridad. Ejemplos: IDS/IPS (para recopilar datos sobre ataques a la red), software antivirus (para detección de malware).

2.3. Herramientas de escaneo de vulnerabilidades en servidores

Dentro de las principales herramientas de monitoreo y escaneo de vulnerabilidades se analizaron las siguientes: Nagios, PRTG, Zabbix y Greenbone.

Nagios es una aplicación open source que puede usarse para monitorear el estado de una red de computadoras. Nagios puede detectar y diagnosticar problemas de red, como fallas de enrutamiento, problemas de conectividad, problemas de seguridad. También puede monitorizar el rendimiento de la red y el tráfico de datos (Nagios Enterprises LLC, 2018).

PRTG es un software de monitoreo de red comercial que puede usarse para monitorear el estado de una red de computadoras. Puede detectar y diagnosticar problemas de fallas de red, monitorear el uso de ancho de banda y tráfico de datos (Paessler, 2022).

Zabbix es un software de código abierto para medir y supervisar el estado y la salud de los servidores, sistemas operativos, y la infraestructura de red, así como las aplicaciones web. Zabbix puede detectar y diagnosticar una variedad de problemas en la red, además de prevenir futuros problemas, incluye la supervisión de equipos, servidores, redes, aplicaciones y servicios, así como la detección de problemas y la notificación de la solución (Zabbix, 2021).

Greenbone Security Assistant (GSA) es un software de código abierto diseñado para el escaneo de vulnerabilidades de red y la gestión de la seguridad de la información Greenbone se basa en el Sistema Abierto de Evaluación de Vulnerabilidades (OpenVAS), que es una bifurcación del proyecto Nessus, ya descontinuado. Greenbone detecta y diagnostica automáticamente vulnerabilidades y/o errores de seguridad en el target (sistema, equipo u ordenador donde va a realizarse un escaneo de vulnerabilidades) (Greenbone, 2020, 2022).

3. Materiales y métodos

De las herramientas analizadas se escogió Greenbone porque ofrece una interfaz web intuitiva y una gran cantidad de funcionalidades. Entre ellas se encuentran: el escaneo de vulnerabilidades, la explotación de vulnerabilidades, la detección de intrusiones, la prevención de intrusiones, solución de vulnerabilidades y el análisis de seguridad.

3.1. Eventos definidos por CERT Ecuador, OWASP y CVE

Hasta el momento se entiende lo que ocasionan las amenazas y los ataques en la red y que prestar atención a la red es importante. A continuación, se detallan los eventos

destacados identificados por las publicaciones de ECUCERT, OWASP y CVE, este listado es el resultado de analizar desde el punto de vista de la seguridad informática cada uno de estos eventos, evaluando el impacto a la seguridad de la información y que permitirá analizarse en la herramienta seleccionada:

- Microsoft Windows SMB (Actualizaciones): son la principal amenaza para la red, ya que permiten a los atacantes comprometer y controlar los equipos de la red.
- Clave de host SSH (Linux): expuestas representan un riesgo para la red, ya que permiten a los atacantes acceder y controlar los equipos de la red.
- Inicios de sesión repetitivos: pueden permitir a los atacantes obtener acceso no autorizado a los equipos de la red.
- Servicio SSL/TLS: sin protección representan un riesgo para la red, ya que permiten a los atacantes interceptar y modificar el tráfico de red.
- Enumeración de servicios de procedimientos remotos: puede permitir a los atacantes obtener información no autorizada sobre la red.
- Credenciales predeterminadas en BD: permite a los atacantes acceder y modificar los datos de la red.
- Conexiones sin cifrar en servicios FTP: permite a los atacantes interceptar y modificar el tráfico de red.
- Algoritmo de intercambio de claves SSH (Linux): permite a los atacantes comprometer y controlar los equipos de la red.
- Secuencia de comandos XSS: permite a los atacantes ejecutar código malicioso en los equipos de la red.
- Métodos HTTP TRACE/TRACK: permite a los atacantes obtener información no autorizada sobre la red.
- Transmisión de texto sin cifrar HTTP: permite a los atacantes interceptar y modificar el tráfico de red.

3.2. Listado de eventos a monitorizar

En el presente trabajo se seleccionará algunos eventos del listado mas destacados y el riesgo o vulnerabilidad al que pertenece, con la finalidad de identificar cuáles son los que con mayor frecuencia se desarrollan o atacan a un servicio de red del transporte público.

Los eventos a monitorizar más importantes que se analiza son:

- Clave de host SSH (Linux).
- Inicios de sesión repetitivos.
- Microsoft Windows SMB (Actualizaciones).
- Servicio SSL/TLS.

4. Resultados

En esta sección se expone los resultados obtenidos de la detección de vulnerabilidades con la herramienta Greenbone. A través de la cuál se mostrará la severidad de las vulnerabilidades.

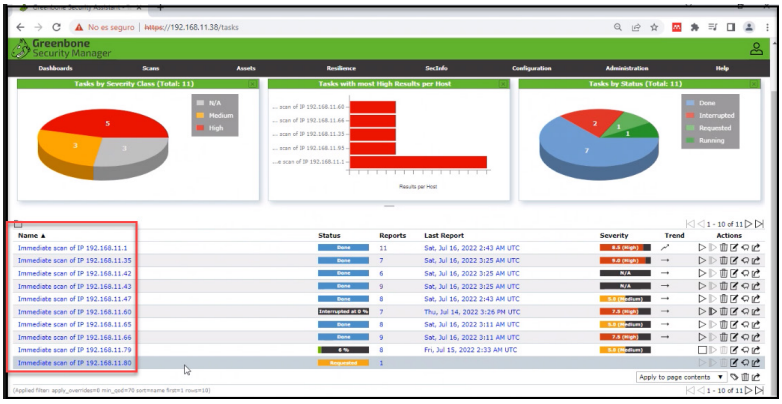


Figura 1 – Escaneo de los equipos en la red

En la Fig. 1, se muestra todos los equipos que se han ingresado a la herramienta, su estado Done (hecho) o Requested (solicitar), la cantidad de informes que se ha generado de ese equipo, fecha y hora del último reporte generado, severidad que tiene el equipo escaneado que puede ser High, Médium, N/A y la tendencia que tiene el equipo escaneado: incremento, mismo nivel o descenso de severidad.

4.1. Vulnerabilidad SSL/TLS

En la Fig. 2, se muestra que el equipo con dirección IP 192.168.11.66, se detectó la vulnerabilidad SSL/TLS Report vulnerable opher suites for HTTPS, en el escaneo realizado el martes 12 de julio del 2022 a las 4:02 am UTC.

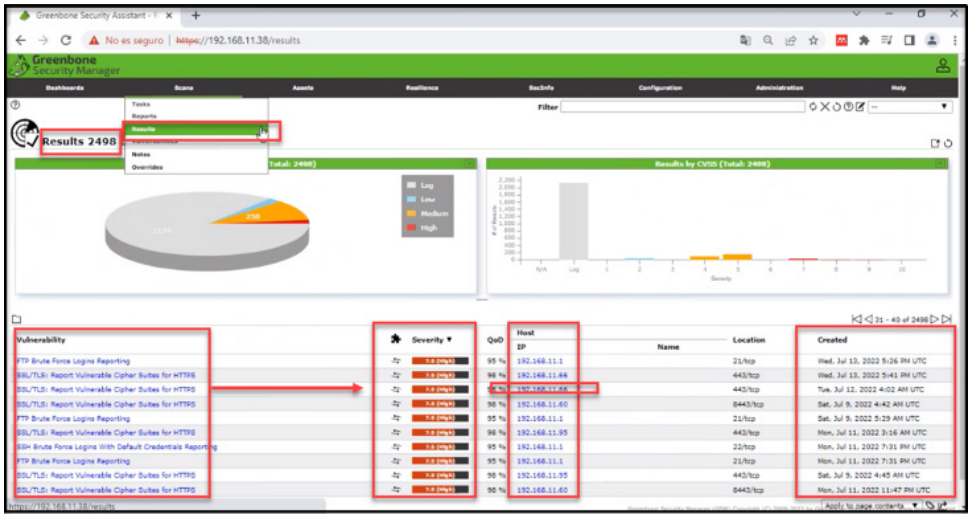


Figura 2 – Reporte de Vulnerabilidad SSL/TLS

4.2. Vulnerabilidades SSL/TLS, Clave de Host SSH, Inicio de sesión repetitivos y actualizaciones Microsoft

En las Fig. 3, 4, 5 y 6, se muestran los resultados obtenidos del monitoreo de la red con la herramienta Greenbone y la comparación con el listado de eventos definidos.

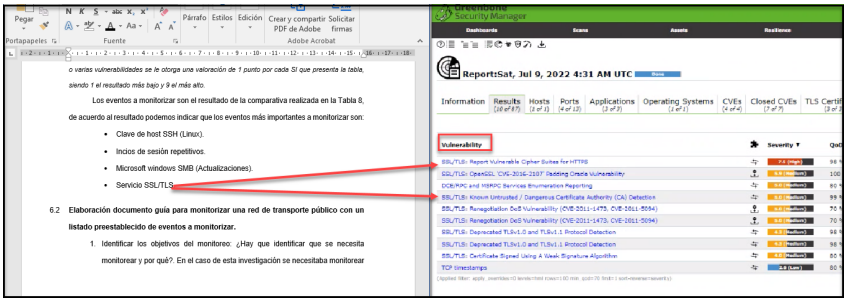


Figura 3 – Evento definido y Vulnerabilidad Servicio SSL/TLS detectada en la herramienta Greenbone

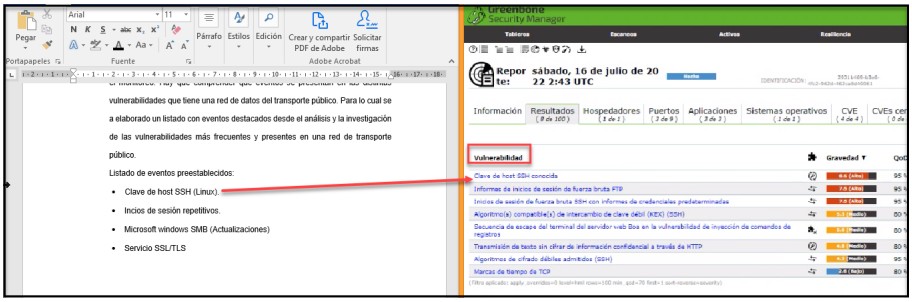


Figura 4 – Vulnerabilidad Clave de Host SSH

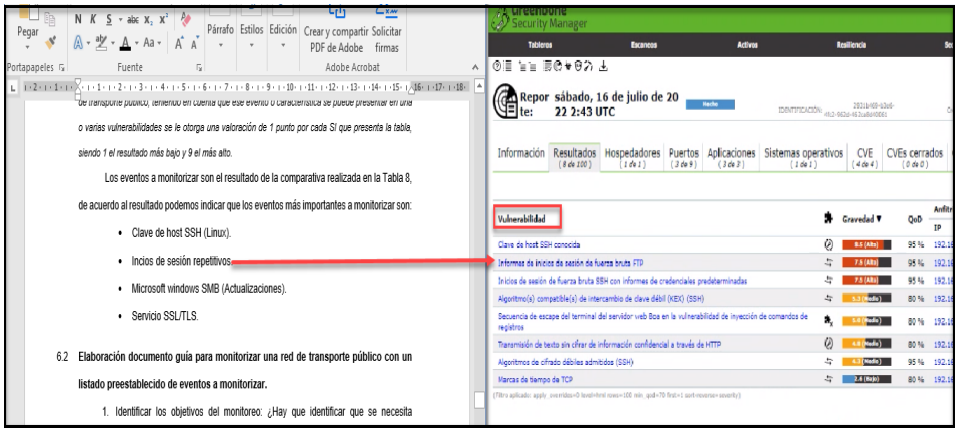


Figura 5 – Vulnerabilidad Inicio de Sesión Repetitivo

4.3.Vulnerabilidad Actualizaciones Microsoft



Figura 6 – Vulnerabilidad Actualizaciones Microsoft

En la Fig. 7, se visualiza el detalle de la vulnerabilidad Clave de Host SSH, así como las posibles soluciones a la misma.

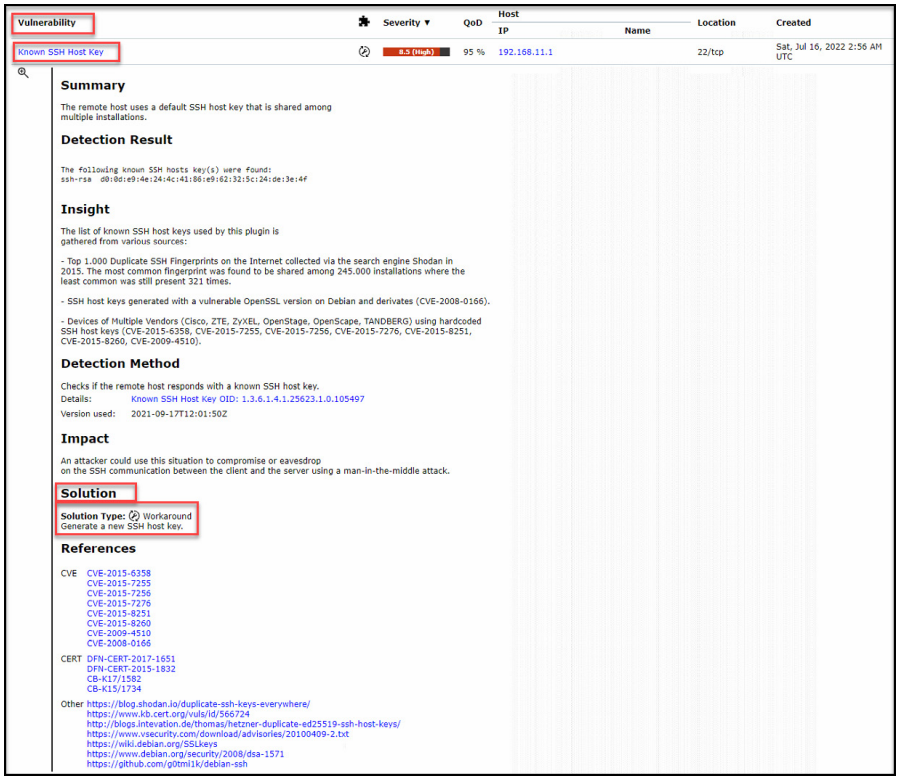


Figura 7 – Solución a la vulnerabilidad clave de Host SSH

Una vez aplicada todas las posibles soluciones y en un tiempo determinado por el departamento de TI o la persona responsable, se deberá nuevamente volver a escanear el equipo.

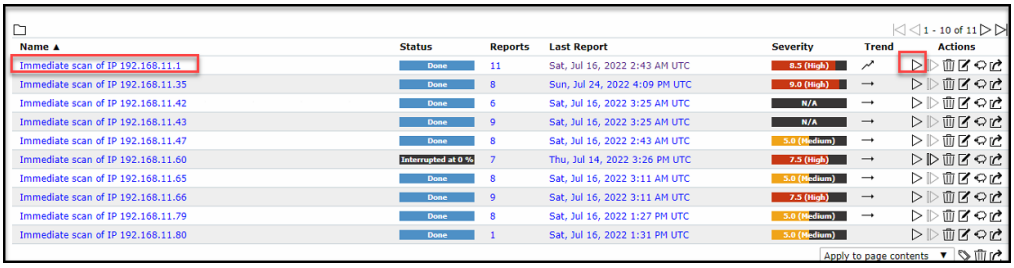


Figura 8 – Nuevo escaneo del equipo

En la Fig. 8, se muestra como iniciar un nuevo escaneo del equipo, debe seleccionar la IP del equipo que se va a volver a escanear y presionar en play w.

5. Conclusiones

La herramienta Greenbone basado en el Sistema Abierto de Evaluación de Vulnerabilidades OpenVAS es una herramienta muy completa y potente, que incluye una gran variedad de escaneos y test de vulnerabilidades, sobre todo que nos da los escenarios posibles de solución de dichas vulnerabilidades de forma de mitigar los riesgos.

Antes de realizar un monitoreo es importante determinar el listado con los eventos destacados a monitorizar acorde al contexto de la aplicación, de forma que se pueda identificar las vulnerabilidades que tienen mayor presencia en el sector. En el caso específico analizado como es el transporte público, se identificó la herramienta Greenbone como la herramienta que más se acopló a este tipo de monitoreo de vulnerabilidades.

Referencias

Abbasi, M., Shahraki, A., & Taherkordi, A. (2021). Deep Learning for Network Traffic Monitoring and Analysis (NTMA): A Survey. Computer Communications, 170 (February), 19–41, 2021, https://doi.org/10.1016/j.comcom.2021.01.021

Enciso-Quispe, L., Delgado, J., Vivanco, H., Zelaya-Policarpo, E., & Quezada-Sarmiento, P. A. (2017). Internet of things based on android technology for people with disabilities. In 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), pages 1–6, 10.23919/CISTI.2017.7975783

Enciso-Quispe, L., Sarmiento, S., & Zelaya-Policarpo, E. (2018). Personalized medical alert system based on internet of things with dhis2. In 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), pages 1–6.

Enciso, L., Borja, W., Vasquez, J., Zelaya, E., & Quezada-Sarmiento, P. (2017). Development of a web application for the management of reserves of sports scenarios. WEBIST 2017. Proceedings of the 13th International Conference on Web Information Systems and Technologies, ISBN 978-989-758-246-2, pages 422-429. DOI: 10.5220/0006386304220429

Enciso, L., Quezada, P., Fernández, J., Figueroa, B., and Espinoza, V. (2016). Analysis of Performance of the Routing Protocols Ad Hoc using Random Waypoint Mobility Model Applied to an Urban Environment. In Proceedings of the 12th International Conference on Web Information Systems and Technologies - Volume 1: WEBIST, ISBN 978-989-758-186-1; ISSN 2184- 3252, pages 208-213. DOI: 10.5220/0005909302080213

Grecon. (2019). ¿Qué es el monitoreo de red? - Cisco. https://ccnadesdecero.es/que-es-monitoreo-de-red/

Greenbone (2020). OpenVAS - Open Vulnerability Assessment Scanner. Openvas.Org, https://www.openvas.org/

Greenbone. (2022). Vulnerability Management - Greenbone Networks. https://www.greenbone.net/en/vulnerability-management/

Guaman, D., Sarmiento, P. A., Barba-Guamán, L., Cabrera, P., & Enciso, L. (2017). SonarQube as a tool to identify software metrics and technical debt in the source code through static analysis. Paper presented at the 2017 7th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2017, 171-175. Retrieved from www.scopus.com.

ISOTools Excellence. (2021). Clasificación de los incidentes de seguridad informática. Matriz de Incidentes, https://www.pmg-ssi.com/2021/04/clasificacion-de-los-incidentes-de-seguridad-informatica-matriz-de-incidentes/

Jang-Jaccard, J., and Nepal, S. (2014). A survey of emerging threats in cybersecurity, Journal of Computer and System Sciences, Volume 80, Issue 5, 2014, Pages 973-993, ISSN 0022-0000, https://doi.org/10.1016/j.jcss.2014.02.005.

Nagios Enterprises LLC. (2018). Network, Server and Log Monitoring Software, Nagios, 2018, https://www.nagios.com/

Paessler. (2022). PRTG network monitoring tool: Network monitoring for professionals, https://www.paessler.com/network_monitoring _tool

Ptsecurity. (2020). Going beyond the ordinary: how SIEM does incident detection, https://www.ptsecurity.com/ww-en/analytics/incidents-siem-2020/

Quezada-Sarmiento, P. A., Chango-Cañaveral, P. M., Benavides-Cordova, V. M., Ramirez-Coronel, R. L., & Enciso, L. (2017). System monitoring for bridges structure. [Desarrollo de un Sistema de Monitoreo para estructuras de puentes] Espacios, 38(61).

Quispe, L. E., & Galan, L. M. (2013). Assessment of throughput performance under NS2 in mobile ad hoc networks (MANETs). Paper presented at the Proceedings - 5th International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems, and Networks, CICSyN 2013, 338-343. doi:10.1109/CICSYN.2013.80 Retrieved from www.scopus.com.

Quispe, L.E., & Galan, L.M. (2012). Analysis of QoS parameterin AODV a DSR in mobile Ad Hoc networks. WEBIST 2012 - Proceedings of the 8th International Conference on Web Information Systems and Technologies, pp. 276-279. Cited 4 times. ISBN: 978-989856508-2A.

SO/IEC 27000. (2018). INTERNATIONAL STANDARD ISO / IEC Information technology — Security techniques — Information security management systems — Overview and. ACM Workshop on Formal Methods in Security Engineering, Washington, DC, USA, 34(19), 45–55, 2018, https://www.iso.org/standard/73906.html

Universidad veracruzana. (2020). ¿Qué es un incidente de ciberseguridad? – Coordinación de Gestión de Incidentes de Ciberseguridad, UV, https://www.uv.mx/csirt/que-es-un-incidente-de-ciberseguridad/

Wheeler, E. (2011). Security Risk Management: Building an Information Security Risk Management Program from the Ground Up," 1 St Edición, 2011, ISBN-13: 978-1597496155

Zabbix. (2021). Zabbix features overview, https://www.zabbix.com/features

Zaharia, A. (2021). 35+ initiatives to get more women into cybersecurity, Comparitech, https://www.comparitech.com/blog/information-security/women-cybersecurity-initiatives/

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

Recebido/Submission: 16/11/2022
Aceitação/Acceptance: 18/02/2023

Parámetros de monitoreo de servidores con Pandora FMS para el sector financiero

Alexander Espinoza[1], Liliana Enciso[1,2]

aespinoza5@utpl.edu.ec; lenciso@utpl.edu.ec

[1] Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad Técnica Particular de Loja, 1101608, Loja, Ecuador.

[2] Grupo de Investigación Innovación Tecnológica Educativa, Universidad Técnica Particular de Loja, 1101608, Loja, Ecuador.

Pages: 555-566

Resumen: El monitoreo de servidores en las entidades financieras es de vital importancia, considerando que se puede evitar pérdidas que afectan a la entidad, como por ejemplo salvaguardar la información más sensible de la institución. En la presente investigación se analizó cuatro variables relevantes como: ancho de banda, consumo de CPU, memoria RAM y uso del disco duro, parámetros importantes definidas para el monitoreo de los equipos servidores. Para el análisis de estas variables se utilizó la herramienta Pandora FMS que se encargó de monitorear el rendimiento y desempeño de los servidores en diferentes periodos de tiempo, así como la configuración y uso de Telegram como herramienta de alertas de los umbrales establecidos en cada uno d los parámetros de medición. Al ser un requerimiento importante de la normativa SEPS, realizar un monitoreo con una herramienta que extraiga de manera sistémica los requerimientos de la institución financiera permitirán identificar riesgos anticipadamente.

Palabras-clave: monitoreo; parámetros; pandora FMS; Telegram

Server monitoring parameters with Pandora FMS for the financial sector

Abstract: Server monitoring in financial institutions is of vital importance, considering that it can prevent losses that affect the institution, such as safeguarding the institution's most sensitive information. In this research, four relevant variables were analyzed: bandwidth, CPU consumption, RAM memory and hard disk usage, important parameters defined for the monitoring of server equipment. For the analysis of these variables, the Pandora FMS tool was used to monitor the performance and performance of the servers in different periods of time, as well as the configuration and use of Telegram as a tool for alerts of the thresholds established in each of the measurement parameters. Being an important requirement of the SEPS regulations, monitoring with a tool that systemically extracts the requirements of the financial institution will allow early identification of risks.

Keywords: monitoring; parameters; pandora FMS; Telegram

1. Introducción

En la actualidad, las políticas de ciberseguridad son fundamentales para salvaguardar los derechos de los usuarios en el ámbito digital y privacidad de la propiedad esto hace que aumente la confianza de los usuarios en las tecnologías digitales y que estos puedan sentirse seguros al acceder a estas tecnologías. No es extraño entender que el crimen en línea ya supone la mitad de los ataques y delitos contra la propiedad que tienen lugar en el mundo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Además, es necesario indicar que en una red de comunicación de datos la presencia de una falla o retraso generan pérdidas económicas y tiempo en una organización y crea una mala imagen a los usuarios ocasionando automáticamente una pérdida de confianza (Enisa, 2009; Laštovička et al., 2020). En este contexto en Ecuador uno de los acontecimientos que llamo la atención es el 10 de octubre del año 2021 cuando Banco de Pichincha sufrió un ataque informático que inhabilitó parte de sus servicios, los usuarios manifestaron tener problemas al utilizar los cajeros automáticos y la aplicación del banco (Svoboda et al., 2015).

En definitiva, el monitoreo de red representa un conjunto de mecanismos que permite a los administradores de red conocer de forma inmediata el estado de la red y proyectarnos en soluciones futuras en redes más complejas (Svoboda et al., 2015; Quispe & Galan, 2012; Enciso-Quispe et al., 2018). Por lo tanto, la seguridad de la red pasa por una supervisión en tiempo real y continuo de todas las actividades que se desarrollan en la organización, a través de aplicaciones (Enciso et al., 2017) y de redes tanto internas como externas, esto ayuda a detectar problemas en el rendimiento de la red y la calidad de la red (Laštovička et al., 2020).

Es así que las instituciones financieras del Ecuador deben cumplir una normativa dictada por la administración pública en la que se regula actividades, políticas, procesos, procedimientos y metodologías para la administración de la tecnología de información, y se menciona el monitoreo de la red que permite contrarrestar interrupciones o caídas de servicios a los usuarios (SEPS, 2018).

Entonces realizar un monitoreo de servidor nos permite tener: visibilidad de las actividades del servidor, prevención del tiempo de inactividad, identificar y arreglar problemas rápidamente, descubrir amenazas a la seguridad, uso de ancho de banda, latencia, entre otros parámetros que se definen a nivel de red y equipos (Wang et al., 2009; Quispe & Galan, 2013; Guaman et al., 2017).

De lo anteriormente expuesto, para cumplir con la normativa se implementó un servicio de monitoreo para instituciones financieras pequeñas, considerado como un servicio innovador y que da solución a las pequeñas cooperativas de ahorro y crédito.

La importancia que cumple el monitoreo de servidores en las instituciones financieras, sirve para asegurar la continuidad operativa en el centro de procesamiento de datos, el cual alerta sobre el tipo de problema en el servidor con el fin de obtener la capacidad de tomar decisiones preventivas ante estas incidencias, permitiéndole controlarlo antes de que afecte funciones críticas de la organización o a los usuarios (Organización de los Estados Americanos (OEA), 2018; Prensario, 2021).

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes

Existen diversos estudios (Álvarez-Cevallos, 2015; Cabrera & Pilco, 2017; Quezada-Sarmiento et al., 2017) que describen el estado de la situación de un servicio de monitoreo en el sector financiero, con el objetivo de determinar el grado en que estos servicios son capaces de detectar y responder a amenazas potenciales. Los resultados revelaron que los servicios de monitoreo en el sector financiero son capaces de detectar y responder a amenazas potenciales en una mayor proporción. Sin embargo, se identificaron algunas áreas en las que los servicios de monitoreo de servidores en el sector financiero podrían mejorar: la detección de amenazas basadas en la actividad de la red y la detección de amenazas basadas en el comportamiento de los usuarios.

Otro estudio sobre el tema, llevado a cabo por la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria dice: "que los procesos de digitalización implican nuevos retos en cuanto a la gestión de Seguridad de la Información y Ciberseguridad, debido a que los avances tecnológicos también conllevan vulnerabilidades a las que están expuestos los usuarios de canales digitales. Según datos de la Fiscalía General del Estado, hasta agosto de 2020, se registraron 5.048 denuncias por delitos informáticos, en el Ecuador. El 92% se concentra en los delitos como: suplantación de identidad (43%), falsificación y uso de documento falso (29%) y apropiación fraudulenta por medios electrónicos (20%). Esta alarmante situación incluso se acentuó en el marco de la pandemia ocasionada por el COVID-19" (SEPS, 2021).

Si bien estos estudios indican que los servicios de monitoreo son una importante herramienta para mejorar la seguridad de las empresas, no todas las soluciones de monitoreo son iguales.

Es importante que las empresas se aseguren de que el servicio que elijan cuente con las siguientes características:

- Monitoreo en tiempo real.
- Detección proactiva de amenazas.
- Soporte 24x7.
- Integración con otros servicios de seguridad.
- Análisis avanzado de datos.

Por todo esto, es importante que las instituciones financieras que operan en el mercado global cuenten con servicios de monitoreo de servidores que garanticen la seguridad de sus sistemas y la protección de sus datos.

2.2. Beneficios y herramientas de monitoreo de red en servidores

Dentro de los beneficios del monitoreo de servidores según Broadcom (2019); Hein (2019) son los siguientes:

- Mejor visibilidad de los elementos de red.
- Información intuitiva sobre la planificación de la infraestructura.
- Identificar fácilmente las interrupciones pendientes.

- Aumentar la rentabilidad y productividad.
- Comprender la capacidad y aumentar el rendimiento del servidor.
- Descubrir amenazas de seguridad.

Entre las principales herramientas Open Source de monitoreo analizadas son: Nagios, Zabbix, PRTG, Pandora FMS.

Software Nagios

Es un sistema de monitorización de redes ampliamente utilizado que nace en 1999, de código abierto, que vigila los equipos (hardware) y servicios (software) que se especifican, alertando cuando el comportamiento de los mismos no sea el deseado (Robledo, 2021).

Software Zabbix

Zabbix es un software que monitorea numerosos parámetros de una red y la salud e integridad de servidores, máquinas virtuales, aplicaciones, servicios, bases de datos, sitios web, la nube y más. Es un software de monitorización de código abierto. Se utilizar para monitorear disponibilidad y rendimiento de servidores, aplicaciones y servicios (Zabbix, 2022).

Software PRTG

Para Gilchrist (2018), PRTG es un software de monitoreo de red que puede ejecutarse en una máquina con Windows dentro de su red y puede recopilar estadísticas de hosts designados, como enrutadores, servidores, conmutadores y otros dispositivos o aplicaciones importantes.

Software Pandora FMS

Según Pandora Media (2021), Pandora FMS es un software de monitorización que recoge datos de cualquier sistema, genera alertas en base a esos datos y muestra gráficos, informes y mapas de nuestro entorno.

3. Materiales y métodos

De las herramientas analizadas se escogió Pandora FMS porque reúne características de acuerdo a los requerimientos de la investigación planteada.

3.1. Parámetros de medición

Los parámetros velocidad de procesamiento, capacidad de almacenamiento, consumo de memoria RAM y ancho de banda, fueron parámetros considerados en esta investigación.

Almacenamiento: Para IBM (2022), son medios magnéticos, ópticos o mecánicos que registran y conservan información digital para operaciones en curso o futuras.

Fórmula para calcular la capacidad utilizada en el disco almacenamiento.

CU=100%-(CD/CT*100)

En donde:

CU= capacidad utilizada

CD= capacidad disponible

CT= capacidad total

100%= capacidad total del disco expresado en porcentaje

Procesador: Un procesador es un circuito electrónico integrado que realiza instrucciones aritméticas, lógicas, de entrada/salida y ejecuta programas en el computador (Techopedia, 2020).

Fórmula para de calcular la utilización de la CPU.

U=R/C

En donde:

U= Utilización

R= Requisitos - que, en términos simples, es tiempo ocupado

C= Capacidad - que, en términos simples, es tiempo ocupado + tiempo inactivo

Memoria RAM: Según Intel (2020), es esencialmente una memoria a corto plazo donde los datos se almacenan a medida que el procesador los necesita.

Fórmula para calcular la capacidad utilizada en la memoria RAM.

CU=100%-(CD/CT*100)

En donde:

CU= capacidad utilizada

CD= capacidad disponible

CT= capacidad total

100%= capacidad total del disco expresado en porcentaje

Ancho de banda: Es la cantidad de información transmitida a través de una conexión de Internet en un período de tiempo específico (Fisher & Heine, 2022).

Fórmula para calcular el ancho de banda de la conexión a la red.

Ancho Banda=((TP*NP))/Bps

En donde:

TP= tamaño del paquete

NP= número de paquetes por segundo

Bps= número de bits por segundo

4. Resultados

En esta sección se expone los resultados obtenidos con la herramienta Pandora FMS.

A través de la cuál se extraerá con la herramienta Pandora FMS las variables definidas:

- Ancho de banda
- Consumo de CPU
- Memoria RAM
- Uso de disco

En este proceso de obtención de resultados se definen equipos en un período de tiempo que comprenda el monitoreo. Por ejemplo, pueden ser 12 horas, 7, 15, 30 días o el tiempo que el administrador lo determine. Por razones de extensión del artículo, se mostrará únicamente los resultados de un solo equipo de un monitoreo de 15 días por cada uno de los parámetros analizados.

4.1. Equipos monitoreados

La Fig. 1, muestra todos los equipos que están siendo monitoreados con Pandora FMS.

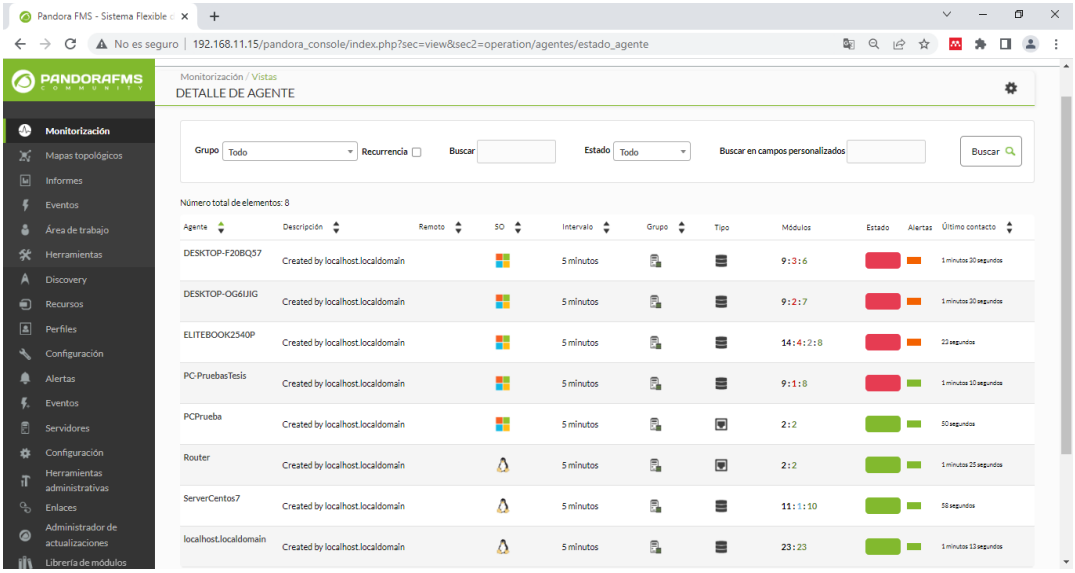


Figura 1 – Entorno de Monitoreo de equipos

4.2. Ancho de Banda

En la Fig. 2, se muestra el resultado de haber monitoreado el equipo por quince días, el pico máximo de ancho de banda fue 13Mbytes/sec.

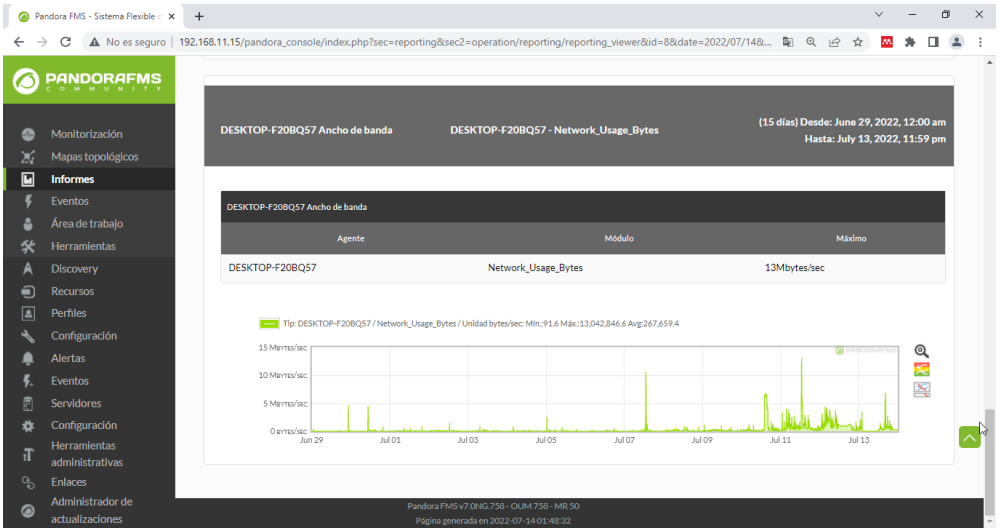


Figura 2 – Resultado de monitoreo del parámetro Ancho de Banda x 15 días

4.3. Carga de CPU

La Fig. 3, muestra el resultado de haber monitoreado el equipo por quince días, el pico máximo de carga de CPU fue 100%.

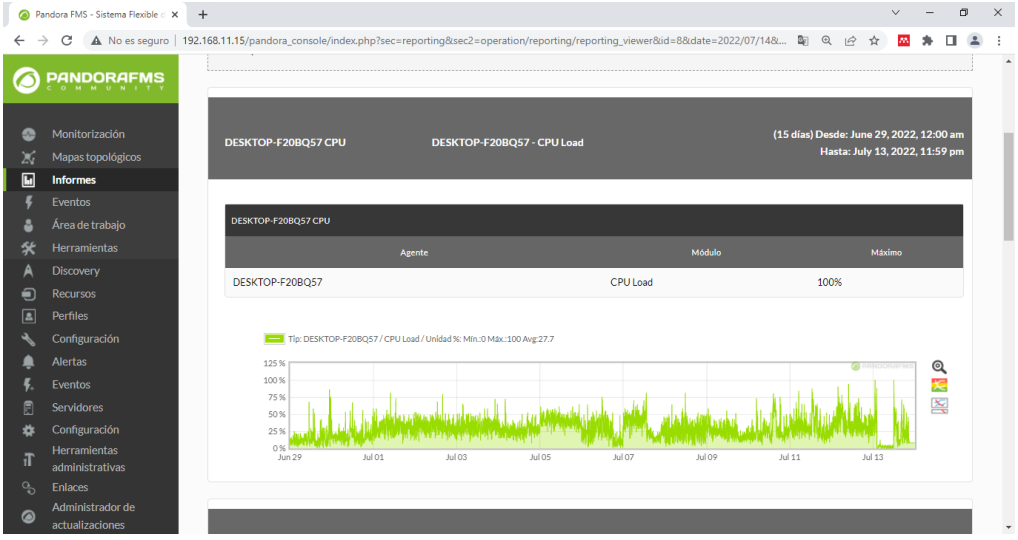


Figura 3 – Resultado de monitoreo del parámetro Carga de CPU x 15 días

4.4. Memoria RAM

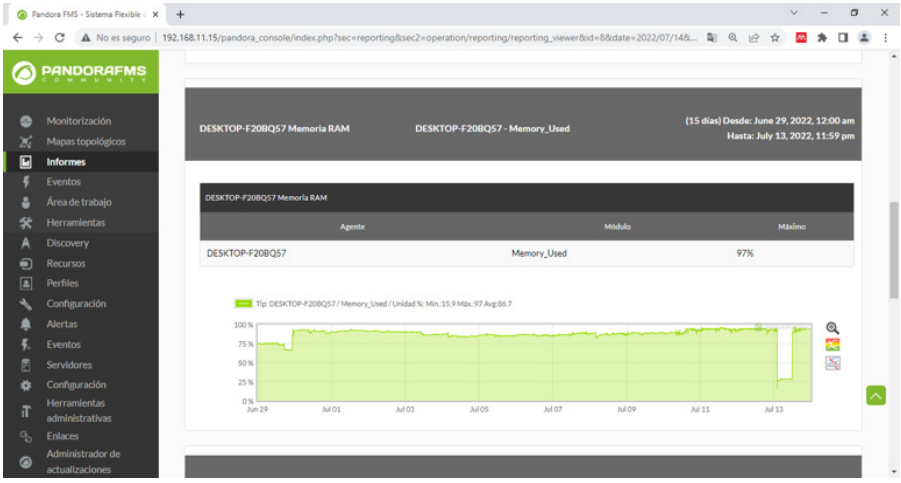


Figure 4 – Vulnerabilidad Clave de Host SSH

La Fig. 4 muestra el resultado de haber monitoreado el equipo por quince días, el pico máximo de uso de la memoria RAM fue 97%.

4.4. Uso de Disco

La Fig. 5 muestra el resultado de haber monitoreado el equipo por quince días, el pico máximo de uso de disco fue 42.2%.

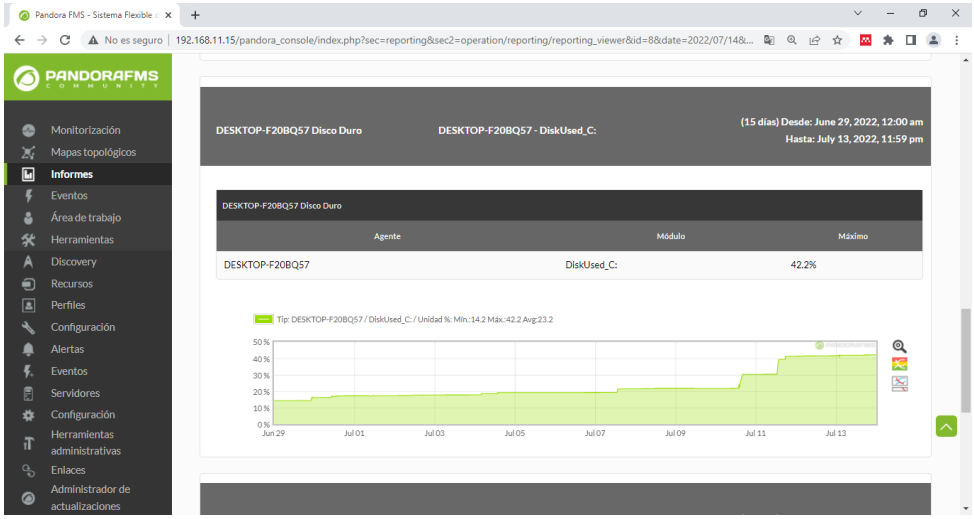


Figura 5 – Resultado de monitoreo del parámetro Uso de Disco x 15

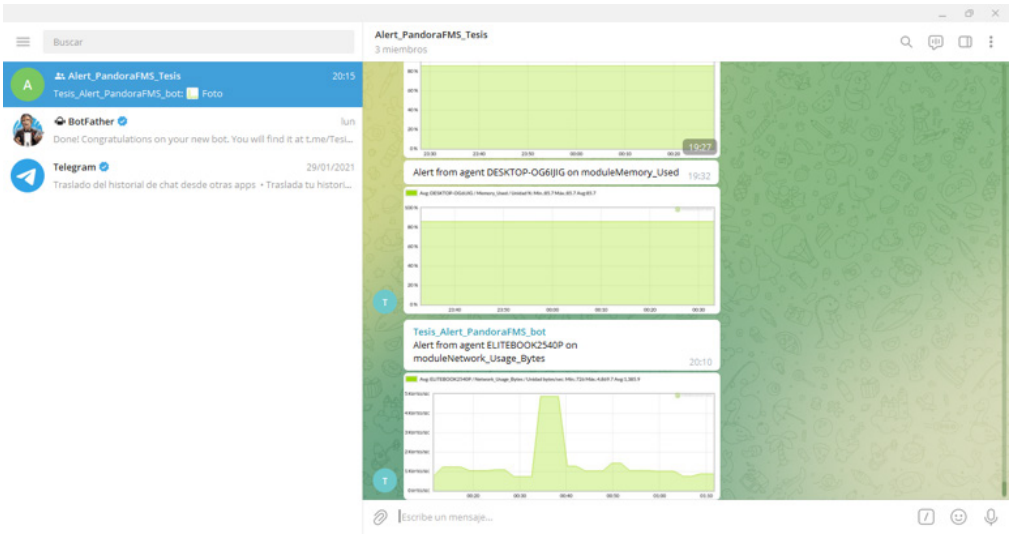


Figura 6 – Notificaciones Telegram módulos d Actualizaciones Microsoft

En la Fig. 6, se muestra la notificación en texto e imagen de un módulo está en estado crítico. Con la ayuda de la herramienta Telegram se nos envía alertas cuando los módulos sobrepasan el umbral configurado. Es una herramienta que se configura conjuntamente con Pandora FMS y cumple un rol muy importante en el monitoreo de los equipos servidores.

5. Conclusiones

Pandora FMS como herramienta de monitoreo ayuda a minimizar riesgos, permitiendo mostrar reportes personalizados, gráficas, tablas, visualizar el inventario de los servidores, notificar cuando un equipo ha sobrepasado los umbrales configurados.

Implementar el monitoreo de servidores puede proteger los servicios más críticos que tienen las instituciones financieras y tomar decisiones oportunas e informadas sobre cómo optimizar el uso de los recursos del sistema. Pandora FMS al mostrar los valores mínimos, medios y máximos de: consumo de CPU, disco duro, ancho de banda y memoria RAM, nos alertan que servicios tienen anomalías de funcionamiento generando una pronta atención.

Referencias

Álvarez-Cevallos, A. A. (2015). Análisis, Diseño e Implementación de una herramienta de Monitoreo y Control de Datacenter Basado en herramientas Open Source. Aplicado al Banco de Guayaquil, [*Tesis de Grado*, Ingeniería de Sistemas]. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10298/1/UPS-GT001194.pdf

Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Ciberseguridad, Riesgos, Avances y el camino a seguir en America Latina y El Caribe, Bid- Oea, 1, 92-95, 2020, https://publications.iadb.org/es/reporte-ciberseguridad-2020-riesgos-avances-y-el-camino-a-seguir-en-america-latina-y-el-caribe

Broadcom. (2019). Five Benefits of Network Monitoring Software You Can't Deny, https://www.broadcom.com/sw-tech-blogs/aiops/five-benefits-of-network-monitoring-software-you-can-t-deny

Cabrera Ponce, C. E., & Pillco Suarez, J.J. (2017). Implementación de una herramienta de monitoreo de hardware para los servidores de ventanillas pertenecientes al Banco Del Pacífico a nivel nacional. [*Tesis de Grado*, Ingeniería de Sistemas]. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15352/1/UPS -GT002076.pdf

Enciso-Quispe, L., Sarmiento, S., and Zelaya-Policarpo, E. (2018). Personalized medical alert system based on internet of things with dhis2. In 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), pages 1–6.

Enciso, L., Borja, W., Vasquez, J., Zelaya, E., & Quezada-Sarmiento, P. (2017). Development of a web application for the management of reserves of sports scenarios. WEBIST 2017. Proceedings of the 13th International Conference on Web Information Systems and Technologies, ISBN 978-989-758-246-2, pages 422-429. DOI: 10.5220/0006386304220429

Enisa. (2009). Computación en nube: Beneficios, riesgos y recomendaciones para la seguridad de la información. pp.141. 2009

Fisher, T., & Heine, M.B. (2022). What is bandwidth? Definition, meaning, and details, LifewiRe. https://www.lifewire.com/what-is-bandwidth-2625809

Gilchrist, A. (2018). What is PRTG? | Full Definition, https://www.virtualhostedpbx.net/what-is-prtg/

Guaman, D., Sarmiento, P. A., Barba-Guamán, L., Cabrera, P., & Enciso, L. (2017). SonarQube as a tool to identify software metrics and technical debt in the source code through static analysis. Paper presented at the 2017 7th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2017, 171-175. Retrieved from www.scopus.com

Harán, J. M. (2021). Banco Pichincha sufrió ataque informático que afectó parte de sus servicios, https://www.welivesecurity.com/la-es/2021/10/14/banco-pichincha-sufrio-ataque-informatico/

Hein, D. (2019). 8 Benefits of Network Performance Monitoring Solutions, October 15, 2019, https://solutionsreview.com/network-monitoring/8-benefits-of-network-performance-monitoring-solutions/

IBM. (2022). What is storage, https://www.ibm.com/topics/data-storage#anchor-204346322

Intel. (2020). What Is Computer RAM?, https://www.intel.com/content/www/us /en/tech-tips-and-tricks/computer-ram.html

Laštovička, M., Husák, M., & Sadlek, L. (2020) Network Monitoring and Enumerating Vulnerabilities in Large Heterogeneous Networks, NOMS 2020 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, pp. 1-6, DOI: 10.1109/NOMS47738.2020.9110394.

Organización de los Estados Americanos (OEA). (2018). Estado de la Ciberseguridad en el Sector Bancario en América Latina y el Caribe, 1, 7-14, 2018, http://www.oas.org/es/sms/cicte/sectorbancariospa.pdf

Pandora Media (2021). What is Pandora?, https://pandorafms.com/manual/en/quickguides/what_is_pandora_fms

Prensario. (2021). Los beneficios del monitoreo de redes para la seguridad electrónica de los bancos - Prensario Tila, https://prensariotila.com/15393-los-beneficios-del-monitoreo-de-redes-para-la-seguridad-electronica-de-los-bancos/

Quezada-Sarmiento, P. A., Chango-Cañaveral, P. M., Benavides-Cordova, V. M., Ramirez-Coronel, R. L., & Enciso, L. (2017). System monitoring for bridges structure. [Desarrollo de un Sistema de Monitoreo para estructuras de puentes] Espacios, 38(61)

Quispe, L. E., & Galan, L. M. (2013). Assessment of throughput performance under NS2 in mobile ad hoc networks (MANETs). Paper presented at the Proceedings - 5th International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems, and Networks, CICSyN 2013, 338-343. doi:10.1109/CICSYN.2013.80 Retrieved from www.scopus.com.

Quispe, L.E., & Galan, L.M. (2012). Analysis of QoS parameterin AODV a DSR in mobile Ad Hoc networks. WEBIST 2012 - Proceedings of the 8th International Conference on Web Information Systems and Technologies, pp. 276-279. Cited 4 times. ISBN: 978-989856508-2A.

Robledo, J. (2021). ¿Que es Nagios? NORTH NETWORKS, https://www.north-networks.com/que-es-nagios/

SEPS. (2021). Financieros digitales y seguridad de la información en el SFPS, https://www.seps.gob.ec/wp-content/uploads/Formato-DNIC-Estudio-de-servicios-financieros-digitales-y-seguridad-informacion.pdf

SEPS. (2018). Resolución No. SEPS-IGT-IR-IGJ-2018-0279.

Svoboda, J., Ghafir, I., & Prenosil, V. (2015). Network Monitoring Approaches: An Overview, International Journal of Advances in Computer Networks and Its Security– IJCNS. 5. 88-93. DOI: 10.15224/978-1-63248-061-3-72

Techopedia. (2020). ¿What is a Processor?, Techopedia, https://www.techopedia.com/definition/28254/processor

Wang, Z., Wang, Y., & Shao, G. (2009). Research and Design of Network Servers Monitoring System Based on SNMP, First International Workshop on Education Technology and Computer Science, 2009, pp. 857-860, DOI: 10.1109/ETCS.2009.728.

Zabbix (2022). What is Zabbix. Recuperado 3 de abril de 2022, de https://www.zabbix.com/documentation/5.0/en/manual/introduction/about

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

Recebido/Submission: 14/11/2022
Aceitação/Acceptance: 16/02/2023

Aplicación del modelo de vistas de arquitectura 4+1 en la gestión de una línea de productos de software

Anderson Jojoa-Giraldo[1], Félix Fernández-Peña[2, 3], Pilar Urrutia-Urrutia[2], Fernando Ibarra-Torres[2]

anderson.jojoa464@comunidadunir.net; fo.fernandez@uta.edu.ec; elsapurrutia@uta.edu.ec; of.ibarra@uta.edu.ec

[1] Universidad Internacional de la Rioja, Avda. de la Paz, 137, 26006, Logroño, España.

[2] Universidad Técnica de Ambato, Av. Los Chasquis y Río Payamino, Ambato, Ecuador.

[2] Universidad Espírito Santo,Km 2.5 vía a Samborondón, Guayaquil, Ecuador.

Pages: 567-578

Resumen: El desarrollo de una arquitectura basada en modelos permite personalizar y añadir funcionalidad con mayor facilidad. Su aplicación en la gestión de una línea de productos de software pretende la reutilización de componentes y la gestión de cambio con eficiencia. Este trabajo propone la definición de un metamodelo que abstrae el dominio conceptual y físico de una línea de productos de software a través del modelo de vistas de arquitectura 4+1. Su instanciación permite modelar el desarrollo de software en término de activos básicos y el desarrollo de productos que usan dichos activos. El Centro de Proceso de Datos de la Cámara de Comercio de Cali fue el escenario escogido para la validación de esta propuesta. En este ámbito se trabajó, y documentó, el desarrollo y mantenimiento de productos de software durante dos años. Los resultados finales permitieron validar experimentalmente un incremento del nivel de eficiencia de la producción en un 39% como promedio.

Palabras-clave: arquitectura basada en modelos; líneas de productos de software, modelo de vistas de arquitectura 4+1.

Applying the 4+1 architectural view model in the management of a software product line

Abstract: A model-driven architecture makes it easier to add and to customize functionalities. Its use in the management of a software product line aims at the reuse of components and efficient change management. This work proposes the definition of a metamodel abstracting the conceptual and physical domain of a software product line through a 4+1 architectural view model. Its instantiation allows modeling software development in terms of basic assets and the development of products that use these assets. The Data Processing Center of the Cali Chamber of Commerce was the setting chosen for the validation of this proposal. In this scenario, the development and maintenance of software

products took place for over two years. The final results show an average increase of production efficiency of 39%.

Keywords: *Model driven architecture; software product lines; 4+1 architectural view model.*

1. Introducción

El desarrollo de productos de software en la actualidad lleva innegablemente a la búsqueda de la escalabilidad y eficiencia del desarrollo basado en la reutilización (Hillenbrand, 2021). En este sentido, es tendencia actual el extender la funcionalidad de los activos de la empresa al reutilizar sus componentes de software. Rinker, & Waltersdorfer et al. (2021) han concluido que se plantea hacerlo abarcando diferentes nichos de mercado con familias de productos de software montadas en una línea de productos de software (SPL).

Una SPL tiene como principal objetivo proveer una plataforma común para la derivación de sistemas particulares (Rinker, & Waltersdorfer et al., 2021). El objetivo es disminuir el tiempo y los costos de implementación. Para lograrlo se necesita que esté caracterizada por un nivel de flexibilidad que le permita adaptarse a nuevos y cambiantes requisitos. La configuración de la variabilidad es la clave para garantizar un nivel de flexibilidad adecuado (Cazzola & Favalli, 2022) (Horcas, Cortiñas, Fuentes & Luaces, 2022).

En este trabajo se describe el metamodelo creado para la abstracción de la gestión de la variabilidad de una SPL como un modelo de vistas de arquitectura 4+1. El objetivo planteado fue dotar de un conjunto de artefactos que permiten la definición del modelo específico de una SPL para la gestión de su variabilidad centrada en la eficiencia de la creación y mantenimiento de productos de software.

Los artefactos propuestos fueron validados experimentalmente en el ámbito del desarrollo de diez productos de software en el Centro de Proceso de Datos de la Cámara de Comercio de Cali en el transcurso de dos años. El presente artículo muestra los resultados obtenidos y está estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se discuten los resultados de trabajos relacionados. En la sección 3 se presenta la solución propuesta. En la sección 4 se analizan los resultados obtenidos y en la sección 5 se arriba a conclusiones.

2. Trabajos Relacionados

En la actualidad existe un marcado interés en el estudio de procesos de negocio dinámicos (Amdah et al., 2021) (Rinker et al., 2021) (Habba et al., 2021) (Horcas, Cortiñas, Fuentes & Luaces, 2022). Amdah et al. (2021) resaltan la importancia de una ingeniería basada en modelos para hacer que el desarrollo de aplicaciones sea más flexible. Así mismo, consideran que este tipo de desarrollo provee un marco de trabajo comprensible para definir sistemas interconectados, reduciendo así la complejidad del desarrollo del software.

En este contexto, Gottschalk et al. (2022) resaltan la importancia de la trazabilidad de las decisiones de diseño de software basado en componentes. En un escenario donde

se pretende aumentar el nivel de reutilización, se considera fundamental la gestión de la relación característica-componente, y se destaca la importancia del uso de una arquitectura basada en modelos (Gottschalk et al., 2022). Por su parte, Santos et al. (2021) han propuesto el uso del modelo de vistas de arquitectura 4+1 para describir la arquitectura de una interfaz de usuario gráfica para el procesamiento de imágenes.

En el análisis de los resultados obtenidos de Santos et al. (2021), se destaca la utilidad de este modelo al conceptualizar la arquitectura de un software donde se utiliza un lenguaje de programación visual con capacidad de procesamiento distribuido y paralelo. También resaltan la utilidad de algunos artefactos en la definición de la arquitectura. Entre ellos, el diagrama de paquetes, el diagrama de secuencia, y el diagrama de componentes (Santos et al., 2021).

Rinker et al. (2021) se enfocaron en la modelación de una SPL. En su estudio, destacan la importancia de integrar vistas desde múltiples disciplinas y atender las diferencias semánticas que pueden surgir de la interpretación de diferentes descripciones de un mismo activo. Las diferencias en la semántica también son atendidas por Melo (2021) en su estudio sobre la integración de dominios de aplicación y la infraestructura genérica de ciudades inteligentes. En este sentido, es que en nuestra propuesta consideramos la definición de modelos específicos que permitan unificar conceptualizaciones tanto en el dominio conceptual como en el físico.

Con el estudio de Rinker et al. (2021) compartimos el enfoque en la reutilización de componentes. La principal diferencia es que su propuesta está enfocada en entornos de operación de autómatas mientras que la nuestra está definida para la administración de sistemas de información. Su aporte fundamental está en la transformación de modelos mientras que nuestra propuesta se centra en mecanismos de integración basados en modelos de semántica común, de acuerdo con el dominio en que se definen.

Por su parte, Vahdati & Ramsin (2022) proponen la gestión de una arquitectura basada en modelos encapsulada en servicios de modelación y servicios de transformación automática de modelos. De esta manera, la semántica de los servicios se encarga de encapsular las diferentes interpretaciones que requieran tener las vistas de la arquitectura de software. La limitante fundamental de esta propuesta está asociada a la complejidad que agrega a la gestión de la línea de productos de software con la creación de una capa extra de abstracción basada en servicios.

Horcas, Cortiñas, Fuentes & Luaces (2022) han trabajado en la gestión de diferentes niveles de granularidad de la variabilidad en una línea de productos de software. Sin embargo, su propuesta se limita a procesos de la ingeniería web. Habba et al. (2021) proponen la alineación de los sistemas en un entorno de negocio a través de la alineación del diagrama de clases (como artefacto para describir al sistema) con un modelo de gestión de procesos de negocio (como artefacto para describir los procesos de negocio). La propuesta resulta interesante para sistemas heredados en que existe una concepción del sistema aislada del proceso de negocio. Sin embargo, en nuestra opinión, una visión integral desde la perspectiva de vistas del dominio conceptual y físico garantizan un nivel de cohesión semántica mucho mayor y, al mismo tiempo, la flexibilidad en la adaptación de los activos en la construcción de los productos requeridos por la entidad de negocio.

En general, no encontramos otros trabajos con el enfoque en que hemos trabajado. Los trabajos relacionados consultados sí demuestran la actualidad y pertinencia del tema tratado. Desde el punto de vista de la validación de resultados, Hillenbrand (2021), en busca de una teoría para la modelación del desarrollo de sistemas, considera que la aplicabilidad de determinado modelo para el desarrollo de un software va a depender del proceso productivo específico en que se concibe. En este sentido, consideramos que la evaluación experimental se acepta como la vía para la validación de nuestra propuesta. Hillenbrand (2021) considera además a la eficiencia del proceso de producción de software como la variable fundamental en la interpretación de la utilidad de determinado modelo, aspecto que consideramos en nuestro trabajo para determinar el valor de esta propuesta.

3. Propuesta de Solución

Se propone el uso de un metamodelo que abstrae los aspectos arquitectónicos de una SPL a través del modelo de vistas de arquitectura 4+1 (ver figura 1). Este metamodelo está adaptado a las actividades esenciales para el desarrollo de los activos básicos y el desarrollo de los productos. El mismo se constituye en los dominios conceptual y físico. El dominio conceptual apoya la actividad de gestión de los activos básicos. En el dominio físico se definen los productos de software a través de procesos de composición y orquestación de los activos de la empresa.

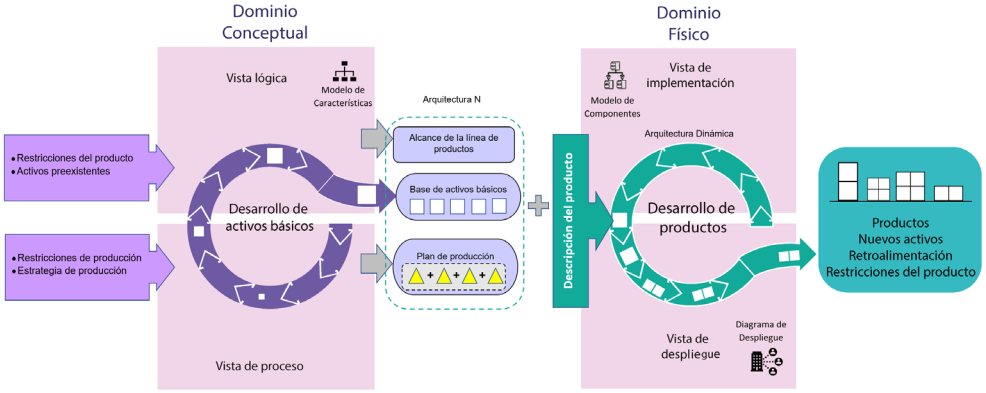


Figura 1 – Metamodelo de vistas de arquitectura 4+1.

El dominio conceptual se caracteriza a través de las vistas lógica y de procesos. La vista lógica tiene como entrada las *restricciones del producto* ($\mathbf{E}_{cl_1}$) y los *activos preexistentes* ($\mathbf{E}_{cl_2}$). Las salidas de la vista lógica son *el alcance de la línea de productos* ($\mathbf{S}_{cl_1}$) y *la base de activos básicos* ($\mathbf{S}_{cl_2}$). La gestión de los activos a nivel lógico global tiene lugar a través del *Modelo de Características*, que aglutina las relaciones lógicas, tal y como se muestra, para el caso de estudio, en la figura 2.

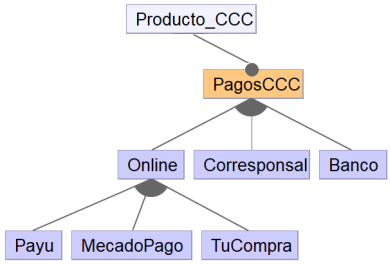


Figura 2 – Ejemplo modelo de características del Caso de Estudio.

El modelo de características capta las características comunes y específicas de la línea de productos. En este modelo, cada producto está representado por una configuración única de un conjunto de características. Por ejemplo, "RENOVACIÓN DE MERCANTIL/ ESAL" esta compuesto por el componente "PagosCCC", que en esta configuración corresponde a pago por derechos de renovación en Corresponsal, o Banco, o pago en línea por la pasarela PayU {*PagosCCC, Corresponsal, Banco, Online, PayU*}; a diferencia del producto "CERTIFICADO ELECTRÓNICO" que solo acepta la configuración de pago en línea { *PagosCCC, Online, TuCompra*} ya que el certificado firmado electrónicamente se descarga inmediatamente después del pago, lo que no se podría hacer en un corresponsal o banco. El conjunto de todas las combinaciones posibles de características representa a los posibles miembros de la línea de productos.

La vista de procesos, en cambio, tiene como entrada las *restricciones de producción* ($\mathbf{E}_{cp1}$) y la *estrategia de producción* ($\mathbf{E}_{cp2}$). La salida de la vista de procesos es el *plan de producción* ($\mathbf{S}_{cp1}$). En este ámbito, la decisión fue utilizar los diagramas de secuencia, actividades, e interacción para la descripción de los procesos del SPL.

El alcance de la línea de productos es una lista enumerada de nombres de productos; describe los ítems de la línea de productos. Se elabora teniendo en cuenta las similitudes y diferencias funcionales de los productos. Todos los productos incluidos quedan validados contra las funcionalidades del modelo de características.

La base de activos básicos incluye a los componentes núcleo, que son el punto de partida para la generación de productos de software. La documentación de cada componente núcleo incluye su *diseño*, *casos de uso de prueba* y *plan de producción*. *El plan de producción* define el proceso que permite utilizar al componente en el desarrollo de un producto.

El dominio físico se caracteriza a través de las vistas de implementación y de despliegue. Estas dos vistas reciben como entrada a las salidas de las vistas del dominio conceptual $\mathbf{S}_{cl1}$, $\mathbf{S}_{cl2}$ y $\mathbf{S}_{cp1}$, y la *descripción del producto a desarrollar* ($\mathbf{E}_{f1}$). La vista de implementación gestiona la variación y configuración de los componentes en relación con el montaje y liberación de productos. Esta gestión tiene lugar a través del *Modelo de Componentes*, como se ilustra en la figura 3 para el caso de estudio en cuestión. Por su parte, la vista de despliegue caracteriza los nodos de la topología del hardware que soporta la línea de productos al ser desplegados con base el *Diagrama de Despliegue* ($\mathbf{S}_{fd1}$). En la figura 4

se muestra un diagrama de este tipo para el caso de estudio en cuestión, que representa el balanceo de carga para el producto “Certificados electrónicos” definido en la vista de despliegue.

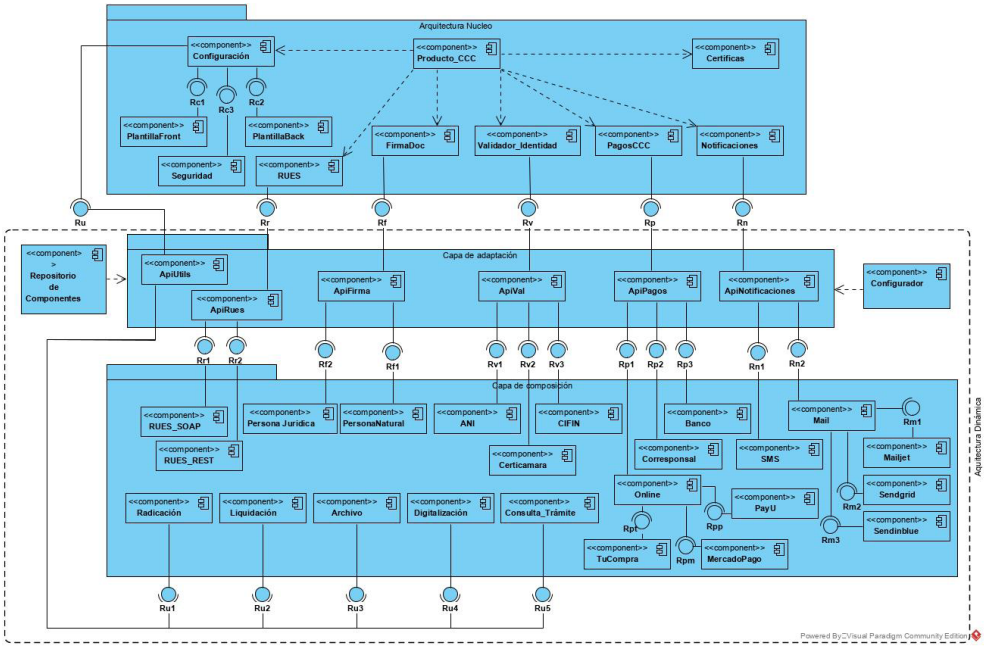


Figura 3 – Modelo de Componentes del Caso de Estudio.

El *Modelo de Componentes* representa la arquitectura de software de la SPL. Existe una correspondencia directa entre un conjunto válido de características del *Modelo de Características* y un elemento del *Modelo de Componentes*. Este modelo está formado por tres capas. Por un lado, tenemos la *Arquitectura Núcleo*, formada por componentes base, que no varían en el tiempo, y que son comunes a todos los productos. En el lado opuesto se encuentra la *Arquitectura Dinámica*, conformada por componentes de composición dinámica, con alta cohesión y bajo acoplamiento, y con capacidad de evolucionar en el tiempo. La tercera capa está formada por componentes de relación, los que se encargan de conectar a las dos arquitecturas anteriormente descritas.

Los productos individuales, que se crean en la instanciación de la vista de implementación, constituyen salidas transitorias de la línea de productos. Estos pueden ser descartados o recreados, según sea necesario. Por su parte, la visión de la vista de despliegue se centra en la disponibilidad, confiabilidad, rendimiento y escalabilidad de los productos de software desplegados. El resultado final incluye *el producto de software* ($\mathbf{S_{fi1}}$), *la retroalimentación* al proceso de desarrollo ($\mathbf{S_{fi2}}$ **y** $\mathbf{S_{fd1}}$), *el registro de nuevos activos* ($\mathbf{S_{fi3}}$) y *la actualización de las restricciones de producción* ($\mathbf{S_{fi4}}$ **y** $\mathbf{S_{fd2}}$).

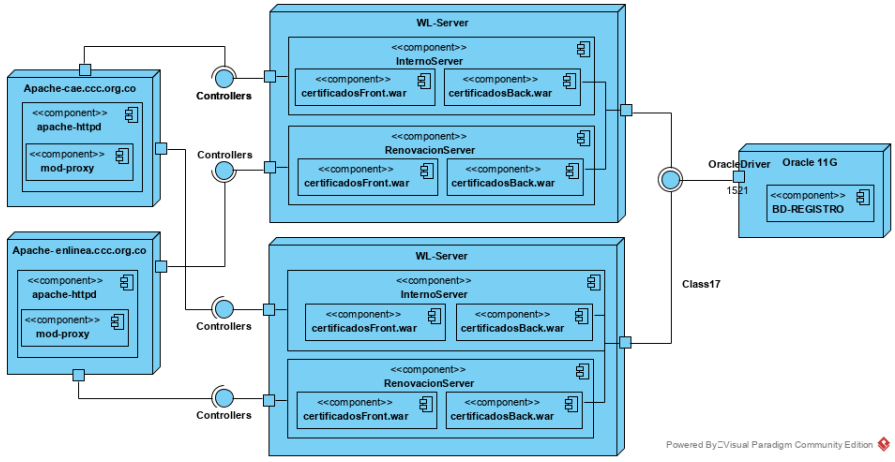


Figura 4 – Diagrama de Despliegue para el Producto “Certificados Electrónicos”.

3.1. Pasos para la aplicación del metamodelo propuesto

La aplicación del metamodelo propuesto requiere de un proceso cíclico que sigue los siguientes pasos:

1. Diagnóstico del estado actual de la organización.
   a. Construcción de la vista lógica.
   b. Construcción de la vista de proceso.
   c. Construcción de la vista de implementación.
   d. Construcción de la vista de despliegue.
2. Construcción del modelo específico de la organización.
   a. Construcción del modelo desde la vista lógica.
   b. Construcción del modelo desde la vista de proceso.
   c. Construcción del modelo desde la vista de implementación.
   d. Construcción del modelo desde la vista de despliegue.
3. Definición del cronograma de una iteración.
   a. Definición del cronograma de cada vista del metamodelo.
   b. Combinación de los cronogramas de las vistas.
   c. Refinación del cronograma general.
   d. Determinación de puntos de corte.
   e. Control y seguimiento del cronograma.
5. Repetir desde el paso 1.

3.2. Resultado de la Experimentación

Como parte de la experimentación en el ámbito del caso de estudio se obtuvo el modelo específico para el Centro de Proceso de Datos de la Cámara de Comercio de Cali centrado

en SPL. Se trabajó desde enero/2020 a enero/2022. Se concientizó a la gerencia de la empresa sobre la necesidad de organizar los procesos de producción. Se obtuvieron 10 productos de la misma familia (sistemas de información), 34 características e igual cantidad de componentes. 11 de estos componentes son de la arquitectura núcleo y 23 de la arquitectura dinámica. Otros 6 componentes pertenecen la capa de adaptación.

Se decidió utilizar una implementación DAO para el acceso a la capa de datos desde los servicios del back-end. Estos, a su vez, exponen la información en servicios REST, los mismos que son consumidos por la capa del front-end. Los productos se clasificaron en dos categorías: servicios públicos (consumidos por cualquier interesado) y servicios privados (utilizados por funcionarios de la entidad).

4. Discusión de Resultados

La implementación del modelo específico del caso de estudio generó un incremento del nivel de productividad en los proyectos de desarrollo de software, con respecto al diagnóstico inicial. A continuación, se muestra cómo el valor de la eficiencia de la producción fue aumentando paulatinamente.

El valor de productividad del desarrollo (PD) se calculó teniendo en cuenta el tamaño del producto (TD), dado por la cantidad de requisitos a implementar, y la cantidad de recursos (RD), expresado como el tiempo, en meses, requerido para el desarrollo. El cálculo de PD se hizo según la formulación 1.

$$PD = \frac{TP}{R} \tag{1}$$

Para el caso de las acciones de soporte, la productividad (PS) se calculó a partir del tamaño del producto (TI), expresado como la cantidad de incidencias detectadas, y de la cantidad de recursos (RS), expresada como el tiempo de respuesta, en meses, necesario para resolver las incidencias. El cálculo de PS se hizo según la formulación 2.

$$PS = \frac{TI}{R} \tag{2}$$

Por su parte, la eficiencia total (E) se calculó, teniendo en cuenta un coeficiente de desarrollo (CD) 0.7 y coeficiente de soporte (CS) 0.3, según la formulación 3.

$$E = (CD * PD) + (CS \times PS) \tag{3}$$

Los resultados del cálculo de la eficiencia se muestran en la tabla 1.

Estos datos de productividad se reflejan, de manera gráfica en la figura 5. A partir de los resultados obtenidos, se demuestra un aumento de la productividad en los proyectos después de aplicado el modelo específico del Centro de Proceso de Datos de la Cámara de Comercio de Cali, con una tasa de crecimiento promedio semestral en la eficiencia

del 39%. Para ello, se consideró el valor más reciente de eficiencia (presente) y el primer valor de eficiencia (pasado), con un valor de cantidad de iteraciones 4, de acuerdo a la formulación 4 para determinar un valor de tasa de crecimiento semestral (TC).

Proyecto	TP	RD	PD	TI	RS	PS	E
Renovación de Mercantil/ESAL. 2020	60	16	3,75	18	8	2,25	3,30
Proponentes. 2020	65	14	4,64	24	6	4	4,45
Matricula de Mercantil/ESAL. 2020	50	7	7,14	15	5	3	5,90
Certificado electrónico. 2021	55	6	9,17	10	2	5	7,92
Constitución de SAS. 2021	40	4	10,00	6	1	6	8,80
Consulta del Estado Trámite. 2021	35	3	11,67	0	1	0	8,17
Inscripción de actos y documentos. 2022	45	4	11,25	8	2	4	9,08
Autoliquidación.2022	35	3	11,67	7	1	7	10,27
Libros Electrónicos. 2022	40	3	13,33	0	2	0	9,33
Consulta expedientes. 2022	42	3	14,00	16	2	8	12,20

Tabla 1 – Productividad de los proyectos durante su desarrollo

$$TC = \left[\frac{presente^{1/n}}{pasado} - 1\right] 100\% \quad (4)$$

Este incremento en la eficiencia se logró a través de la reutilización de los componentes que constituyen *la base de activos básicos* almacenados en el período evaluado. Paulatinamente, los recursos de desarrollo y soporte disminuyeron con respecto a los requerimientos especificados en los proyectos. En el proyecto "Renovación de Mercantil / ESAL. 2020" se desarrollaron los componentes de firma electrónica, envío de SMS y portal de pagos. Estos componentes fueron utilizados en otros proyectos.

Esto implica un ahorro significativo en las etapas de análisis, diseño y desarrollo para los proyectos subsiguientes en lo referente a estos componentes. En el proyecto "Certificado electrónico. 2021", por ejemplo, se utilizaron 6 recursos para 55 requerimientos en desarrollo y 2 recursos para 10 casos de soporte. La situación es muy diferente a la del primer proyecto, en cuyo caso no se contaba con activos básicos previamente desarrollados.

La repercusión del metamodelo propuesto implica que, hoy en día, en el Centro de Proceso de Datos de la Cámara de Comercio de Cali los proyectos de software se piensan como productos que se ensamblan en una línea de productos; los componentes se sacan de la base de activos básicos y cada componente nuevo se concibe como un activo potencialmente reutilizable para futuras implementaciones.

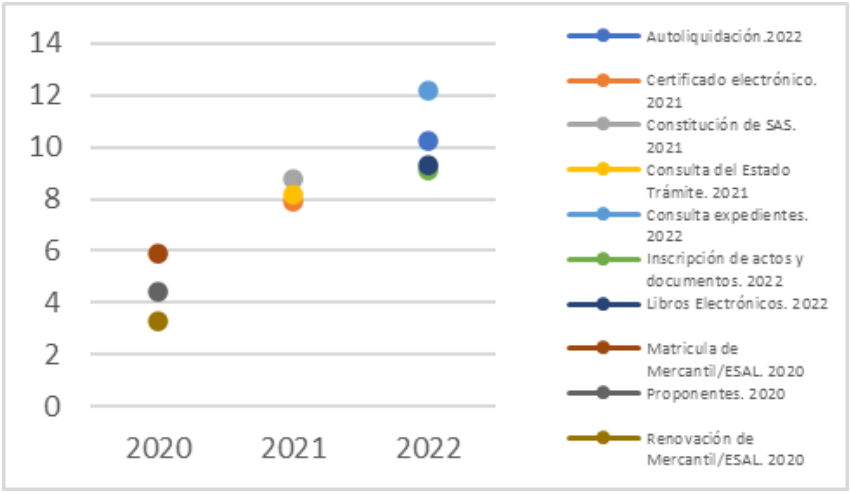


Figura 5 – Evolución del nivel de productividad durante el período analizado.

5. Conclusiones

El metamodelo propuesto está centrado en líneas de producción de software. Su instanciación implica definir el dominio conceptual y físico de la SPL. Para ello, se utilizan artefactos que permiten caracterizar los activos y productos en cada una de las etapas.

La *base de activos básicos* constituye el punto de partida para la generación de productos de software. Más allá, la reutilización se sustentó en la gestión de la variabilidad que, conceptualmente, se recoge en el *Modelo de Características*, y funcionalmente se gestiona a través del *Modelo de Componentes*.

La documentación generada se convierte así en un activo más de la entidad. Este activo adicional resultó determinante en la reutilización de componentes de software y el incremento gradual de la eficiencia en la creación y soporte de productos de software.

La guía de aplicación del metamodelo determinó un proceso cíclico de desarrollo del software que utiliza como materia prima a los activos de la entidad y modela cada producto a través de un proceso de orquestación de los componentes existentes y la creación de otros nuevos. Su aplicación implicó un cambio cultural, ya que los proyectos de software se conciben como proyectos de desarrollo de un producto.

En este sentido, cada producto es el resultado del ensamblaje de componentes en una línea de productos. Del mismo modo, cada nuevo componente se concibe como un activo que se agrega a la *base de activos básicos* de la entidad. Por su parte, los artefactos utilizados en la documentación, desde la perspectiva de cada una de las vistas, permiten la interacción de los diferentes actores, desde los desarrolladores y usuarios hasta el personal de configuración de software y gerentes de proyecto.

Como resultado del proceso de validación de la propuesta, se obtuvieron 10 productos de la misma familia, en cuyo desarrollo se evidenció un incremento de la eficiencia de los equipos de desarrollo de hasta el 39%.

Agradecimiento

El desarrollo de la presente investigación tuvo lugar como parte de un trabajo de fin de máster de la UNIR. La contribución de investigadores de la Universidad Técnica de Ambato en la redacción de este artículo científico tuvo lugar como parte de la ejecución del proyecto de investigación SFFISEI-02, financiado por la Dirección de Investigación y Desarrollo de dicha universidad. La Universidad Espíritu Santo patrocina el desarrollo de este trabajo poniendo a disposición su plataforma tecnológica para la comunicación entre los participantes en la investigación.

Referencias

Amdah, L., Essadi, N., & Anwar, A. (2021). A model-driven architecture for collaborative business processes. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(8), 719-725.

Cazzola, W., & Favalli, L. (2022). Towards a recipe for language decomposition: Quality assessment of language product lines. *Empirical Software Engineering*, 27(4) doi:10.1007/s10664-021-10074-6

Gottschalk, S., Yigitbas, E., & Engels, G. (2022). Model-driven continuous experimentation on component-based software architectures. *In Proceedings of 19th International Conference on Software Architecture Companion*, (pp. 20-24). IEEE.

Habba, M., Chaouni, S., & Fredj, M. (2021). *Aligning software system level with business process level through model-driven architecture*. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 12(10), 174-183.

Hillenbrand, A. (2021). Towards a theory of models in systems development modeling. *In Proceedings of the 9th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development*., (pp. 322-329). Scitepress.

Horcas, J., Cortiñas, A., Fuentes, L., & Luaces, M. (2022) Combining multiple granularity variability in a software product line approach for web engineering. *Information and Software Technology*, 148, 106910.

Melo, P. (2021). A model-driven middleware approach to reduce the semantic gap between application domains and the generic infrastructure of smart cities. *In Proceedings of the 24th International ACM/IEEE Conference on Model-Driven Engineering Languages and Systems*, (673-678). IEEE.

Rinker, F., Waltersdorfer, L., Meixner, K., Winkler, D., Luder, A., & Biffl, S. (2021). Continuous integration in multi-view modeling: a model transformation pipeline architecture for production systems engineering. *In Proceedings of the 9th International Conference on model-driven engineering and software development*, (286-293). Scitepress.

Santos, R., Soares, M., & Oliveira, D. (2021). A System Architecture in Multiple Views for an Image Processing Graphical User Interface. *In Proceedings of the 23rd International Conference on Enterprise Information Systems*, vol.2, (pp. 213-223). Scitepress.

Vahdati, A., & Ramsi, R. (2022). Modeling and Model Transformation as a Service: Towards an Agile Approach to Model-Driven Development. *In Proceedings of the 6th International Conference on Lean and Agile Software Development*, (116-135). Springer.

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

Recebido/Submission: 20/11/2022
Aceitação/Acceptance: 25/02/2023

Análisis de contagios y decesos del SARS-CoV-2 en el mundo

Jesús Manuel Olivares Ceja[1], Alberto David Martínez Flores[2], Benina Velázquez Ordoñez[3], Marijose Garces Chimalpopoca[4], Zalma Valentina Moreno Galeano[5]

jesus@cic.ipn.mx; 171k0041@itscarrillopuerto.edu.mx; bvelazquez@ipn.mx; magachi04@gmail.com; zvmorenog@unadvirtual.edu.co

[1] Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

[2] TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México

[3] Dirección de Cómputo y Comunicaciones del Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

[4] Escuela Superior de Computo del Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

[5] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Boyacá, Colombia

Pages: 579-591

Resumen: Desde noviembre 2019 se detectó en personas por primera vez el virus del SARS-CoV-2, hasta fechas recientes se han presentado millones de contagios, algunos terminando en decesos. La aplicación de vacunas pareció disminuir el número de contagios y decesos, sin embargo, las mutaciones del virus generaron nuevos picos de contagios. En este documento se integran datos de varias fuentes con el propósito de establecer un índice de contagios y decesos, esto se hace para encontrar la afectación proporcional al tamaño de la población de cada país. Los resultados obtenidos indican que un país de América del Sur es el más afectado por los decesos, esto, a pesar de que los países que presentan un mayor número de contagios pertenecen a Europa. El estudio pretende identificar los sitios de mayor contagio con el propósito de guiar estudios ulteriores de patrones indicadores de causas de los valores encontrados en este artículo.

Palabras-clave: Índice de afectación, SARS-CoV-2, Integración de datos, Infectados y decesos.

SARS-CoV-2 contagions and deceases Analysis in the world

Abstract: Since November 2019, the SARS-CoV-2 virus appeared for the first time in people. Currently, there have been millions of contagions, some ending in deceases. The application of vaccines seemed to reduce the number of victims; however, the mutations of the virus have generated new peaks of infections. This document integrates data from various sources to establishing an index of contagions and deceases by calculating the number of affectations respect to the size of the population of each country. The obtained results indicate that a country in South America is the most affected by deceases, despite the fact that the countries with the highest number of contagions belong to Europe. The study aims

to identify the sites of greatest contagions in order to guide further studies to help decision makers.

Keywords: Affectation index; SARS-CoV-2, data integration; contagions and deceases.

1. Introducción

La pandemia de SARS-COV-2 (COVID) detectada por primera vez en China en noviembre de 2019 ha causado daños en la salud respiratoria de millones de personas en varios países del mundo. En diferentes fuentes como en (Adhikari, 2020) se reporta que los primeros casos ocurrieron desde el 29 de diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China, entre personas vinculadas a un mercado local de mariscos ("mercado húmedo"). La Organización Mundial de la Salud (OMS) tuvo conocimiento de estos primeros casos el 31 de diciembre de 2019. El 31 de enero de 2020 existían 11,791 casos confirmados y 17,988 sospechosos en China. La expansión del virus se extendió hacia otros países causando 213 muertes. Los casos de SARS-CoV-2 presentaron un aumento en China y como consecuencia también aumentaron los decesos principalmente por la falta de áreas especializadas para la atención de esta enfermedad. Algunas personas del área médica se contagiaron por desconocer las medidas de seguridad que deberían haberse tomado. En muchos países a donde viajaron personas infectadas al desconocer el impacto del virus seguían con su vida normal, trasladándose de un punto a otro, causando que el virus se expandiera hacia otros países.

Una parte de la comunidad científica desde el inicio de la pandemia se enfocó en encontrar una vacuna viable, mientras que otros procuraron pronosticar los efectos que podrían ocurrir como consecuencia de su aplicación (Ramos, 2021). Actualmente el tema de la pandemia SARS-CoV2 continua en constante monitoreo con la finalidad de proporcionar información oportuna a la ciudadanía. El primer país del mundo en aprobar la vacuna Pfizer/BioNTech contra el coronavirus SARS-CoV2 es Reino Unido. Otros investigadores estudiaron las formas de contagio en grupos específicos como el caso de (Araya, 2021) en personas de la construcción, o el estudio de (You, 2022) en atletas. En (Guo, 2021) se establece un indicador de actividad comunitaria que expresa a mayor valor de este, mayor posibilidad de contagio. En (Fernández, 2021) se desarrolla un modelo espacio-temporal para determinar la influencia de la biodiversidad, temperatura y precipitación en los contagios (Rendana, 2021). El modelo SIR y variantes aplicadas al mismo (Chatterjee, 2021) (Sainz, 2021) se han aplicado para medir los contagios, procurar pronosticarlos para determinar los requerimientos de infraestructura hospitalaria especializada. Se han aplicado diversas técnicas de Aprendizaje de máquina «Machine Learning» (Shahid, 2021) (Tandan, 2021), uno de los más populares para encontrar patrones de síntomas es el algoritmo A priori y sus variantes (Ilbeigipour, 2021). En otros estudios se enfocaron los problemas económicos derivados de la afectación a personas (Zaremba, 2021). En (Dilek, 2021) se estudian los niveles de ansiedad y depresión que ocurrieron como consecuencia del confinamiento en las casas de las personas y la reducción de la movilidad (Bontempi, 2021) (Barak, 2021).

En (Adhikari, 2020) se menciona que los científicos comenzaron inmediatamente a investigar la fuente del nuevo coronavirus, publicando el primer genoma del SARS-CoV-2 por el equipo de investigación dirigido por el Prof. Yong-Zhen Zhang, el 10 de enero de 2020, después de mes y medio desde el origen de la enfermedad, se dio a conocer al público que estaba originándose una nueva enfermedad totalmente desconocida. Desafortunadamente el tiempo que se dejó pasar sin tomar acciones fue suficiente para permitir que los casos de contagio se vieran incrementados, pasando el virus a las afueras del país de China y teniendo una expansión mundial, declarado entonces como pandemia.

Como medidas que se tomaron para reducir los casos de contagios están la "sana distancia" o "distancia social" en lugares públicos, el uso de cubrebocas que se hizo obligatorio, lavarse las manos constantemente aplicando suficiente jabón porque ayuda a eliminar a los virus, así como la realización de actividades productivas a distancia con el apoyo de las redes de computadoras, reduciendo la movilidad de las personas tanto internamente en cada país, como la migración entre países; actualmente estas medidas continúan en muchos países. La enfermedad se puede presentar en diferentes maneras, al ser un nuevo virus se sabe que presenta los siguientes síntomas: tos seca, fiebre, dolor de cabeza, dificultad para respirar, dolor de garganta, escurrimiento nasal, ojos rojos, dolores en músculos o articulaciones. En general afecta a cualquier persona, pero existen ciertos grupos que son más vulnerables ante el virus, algunos de estos son: las personas mayores, personas embarazadas, personas con enfermedades crónicas (diabetes, hipertensión, cáncer). El contagio se puede derivar por medio del contacto con personas que han presentado alta probabilidad de portar el virus en al menos los 14 días posteriores en los que se presentan los síntomas.

En este trabajo se utilizan datos públicos que se actualizan diariamente con los cuales se agrupan datos por continente y por país del número acumulado de personas contagiadas con respecto al tamaño de su población, así como el número acumulado de decesos respecto al tamaño de su población. Estos valores se nombran como índice de contagios y de decesos. El propósito es proporcionar un índice de contagios y decesos por país tomando en cuenta el número de habitantes.

2. Metodología

El desarrollo de este trabajo aprovecha ideas de metodologías de análisis de datos como CRISP-DM y KDD. En este trabajo se utilizan datos públicos de la OMS (Organización Mundial de la Salúd) con información de cada país donde ha estado presente la pandemia SARS-CoV2. Los datos de la OMS se complementan con otras fuentes con la intención de identificar el continente y la población de cada país considerado. Estos datos, se procesan utilizando paquetes del lenguaje Python, en particular Pandas y Mathplotlib, usando computadoras personales con procesador Core i7 3.5 Mhz y DDR4 16 Gb RAM. Se utilizaron los datos de contagios y decesos por país, se aplicaron operaciones JOIN de base de datos para unirlos con la población de los países y con el continente de cada país. Con el dataset integrado se realizaron los cálculos para obtener los índices de contagios y decesos por continente y país. Con los valores obtenidos se generaron gráficas de barras

y de pastel. Los pasos que se siguieron en la elaboración de este trabajo se desarrollan como subsecciones a continuación.

2.1. Selección de un tema específico y búsqueda de datos

Se realizó la selección de un tema específico y búsqueda de datos (datasets), en este caso se eligió el tema de la pandemia SARS-CoV-2 que desde 2019 afecta a la población mundial. De cada dataset se realizó la identificación de contenido y metadatos. Se buscó en la literatura trabajos relacionados con el SARS-CoV-2 encontrando que no había alguno que indicara un índice de afectación considerando el tamaño de la población de cada país. Se encontraron muchos trabajos que intentan realizar pronósticos del número de contagiados y decesos, algunos apoyados del modelo SIR (Susceptibles, Infectados, Recuperados) y sus variantes que procuraron mejorar el pronóstico. Se procedió a conocer y buscar datasets requeridos en el estudio. Los metadatos de las tablas seleccionadas se muestran en las Tablas 1 a 3.

#	Variable	Descripción
1	DATE_REPORTED	Fecha de los datos
2	COUNTRY_CODE	Código del país de acuerdo a ISO 3166-2 (2 letras)
3	COUNTRY	Nombre del país
4	WHO_REGION	Región de la Organización Mundial de la Salud
5	NEW_CASES	Número de contagios en el día de la fecha reportada
6	CUMULATIVE_CASES	Número de contagios acumulados a la fecha reportada
7	NEW_DEATHS	Número de decesos en el día de la fecha reportada
8	CUMULATIVE_DEATHS	Número de decesos acumulados a la fecha reportada

Tabla 1 – Datos del SARS-CoV-2 de la OMS

#	Variable	Descripción
1	CCA2	Código del país de acuerdo a ISO 3166-2 (2 letras)
2	NAME	Nombre del país
3	POP2022	Población en 2022
4	POP2020	Población en 2020
5	POP2050	Estimación de población en 2050
6	POP2030	Estimación de población en 2030
7	POP2015	Población en 2015
8	POP2000	Población en 2000
9	POP1990	Población en 1990
10	POP1980	Población en 1980
11	POP1970	Población en 1970

#	Variable	Descripción
12	AREA	Área del país
13	DENSITY	Densidad de población
14	GROWTHRATE	Tasa de crecimiento de población en el país
15	WORLDPERCENTAGE	Porcentaje de la población mundial
16	RANK	Lugar mundial de acuerdo a su población (1=más poblado)

Tabla 2 – Datos de población en cada país

#	Variable	Descripción
1	NAME	Nombre del país
2	ALPHA-2	Código del país de acuerdo a ISO 3166-2 (2 letras)
3	ALPHA-3	Código del país de acuerdo a ISO 3166-2 (3 letras)
4	COUNTRY-CODE	Clave de país
5	ISO_3166-2	Código del país de acuerdo a ISO 3166-2 (2 letras)
6	REGION	Continente en que se ubica el país
7	SUB-REGION	Subregión del continente
8	INTERMEDIATE-REGION	Región intermedia
9	REGION-CODE	Código de region
10	SUB-REGION-CODE	Código de subregión
11	INTERMEDIATE-REGION-CODE	Código de la region intermedia

Tabla 3 – Datos del continente al que pertenece cada país

La tabla 1 muestra los metadatos de contagios y decesos publicados por la OMS, en la tabla 2 se muestran los metadatos del dataset de la población de cada país considerado. Los metadatos de la tabla 3 son relativos al continente al que pertenece cada país.

El estudio se realiza con el número acumulado de contagios y decesos desde el inicio de la pandemia hasta la fecha de elaboración del artículo. Para esto, se prepararon algunos programas que permiten obtener los resultados mediante la computadora.

Se verificó la limpieza de datos y estandarización de los mismos por lo cual no se requiere de algún tipo de imputación o cambio en el contenido de los datos.

2.2. Análisis estadístico descriptivo e inferencial de los datos

En cada uno de los dataset se realizó el análisis de estadística descriptiva de los datos. Esto consistió en obtener valores de medidas de tendencia central, medidas de dispersión, medidas de forma, distribuciones de frecuencia y correlación a cada variable numérica para conocer la medida de similitud de su comportamiento. La estadística descriptiva no se muestra en este documento porque el interés está en los índices de contagios y decesos. Tampoco se requirió de estadística inferencial.

2.3. Procesamiento de los datos

Con los datos obtenidos en el segundo paso se realiza la integración de datasets mediante operaciones conocidas como JOIN en el área de base de datos, generando un dataset con los datos completos.

El cálculo del índice de contagios se obtiene con la fórmula:

$$i_c = \frac{c}{p} * 100\%$$

donde:

i_c : índice de contagios.

c: número de contagios en el país.

p: población del país.

El cálculo del índice de decesos se obtiene con la fórmula:

$$i_d = \frac{d}{p} * 100\%$$

donde:

i_d : índice de contagios.

d: número de decesos en el país.

p: población del país.

2.4. Generación de gráficas a partir de los datos analizados

Con los datos procesados se procedió a elaborar gráficas de barras y de pastel que permitan mostrar los hallazgos que también se presentan en forma de tablas de datos. En el primer caso, el continente con mayor número de contagios es Europa, mientras que el más afectado por los decesos se encuentra en América del sur. La explicación de las gráficas generadas se presenta en la sección 3 en este mismo documento.

2.5. Obtención de conclusiones

Una vez que se obtuvieron las gráficas se procedió a discutir los resultados con el equipo de investigación, redactando en este documento la sección de conclusiones.

2.6. Redacción del reporte

El paso final en este trabajo de investigación consistió en reunir la información y elaborar este artículo, los datos y programas no se incluyen, los datos son públicos y están disponibles en sus sitios web incluidos en la sección de referencias.

3. Índice de contagios y decesos por país

En esta sección se muestran los resultados obtenidos del estudio de contagios y decesos en cada uno de los países que la OMS indica que tienen personas afectadas por el SARS-CoV2. En la tabla 4 se muestra la población de cada uno de los cinco continentes, el total de personas contagiadas por SARS-CoV2, el total de decesos, así como los índices de contagios y decesos; asimismo se muestra el total mundial, este dato también se muestran en la figura 1 en forma de gráfica de pastel, dado que el número de decesos es menor al 0.1% de la población mundial en el pastel no se visualiza este dato.

En la tabla 4 se observa que el continente con mayor número de contagios es Europa, sin embargo, proporcionalmente a su población el continente con el mayor índice de decesos es América del Sur. También es notable el continente Oceanía que tiene un índice de decesos de 0.05%, mientras que América del Norte, aunque tiene un índice de contagios pequeño, la proporción de decesos es de 0.25% ocupando el tercer lugar.

Continente	Poblacion	Contagios	Decesos	Í-contagio	Í-decesos
América Sur	435,699,545	63,676,397	1,325,830	14.61 %	0.30 %
Europa	741,896,050	223,231,257	1,909,578	30.09 %	0.26 %
América Norte	601,413,199	113,444,411	1,501,330	18.86 %	0.25 %
Oceanía	45,038,554	12,302,756	20,632	27.32 %	0.05 %
Asia	4,690,557,335	181,953,192	1,480,461	3.88 %	0.03 %
Africa	1,423,587,935	12,687,073	253,601	0.89 %	0.02 %
MUNDO	7,938,192,618	607,295,086	6,491,432	7.65 %	0.08 %

Tabla 4 – Tabla de contagios y decesos por SARS-CoV2 en cada continente

En la figura 2 se muestra la comparación del índice de contagios, detectando que Europa en promedio se tiene 30% de su población con contagio, sigue Oceanía y América del Norte. Asia debido a la gran cantidad de habitantes reporta un índice de contagios más pequeño y Africa por haber sufrido el menor número de contagios.

En la figura 3 se muestra el índice de decesos por cada uno de los continentes, se observa que América del Sur es el continente que proporcionalmente a su población tiene el mayor índice de decesos, en segundo lugar, está Europa y en tercer lugar América del Norte. Los datos de la OMS indican que los continentes de Oceanía, Asía y Africa ocupan respectivamente el cuarto, quinto y sexto lugar. En el caso de Asia es posible explicar este valor porque es el continente con el mayor número de habitantes en el mundo, sin embargo, también reportaron un control de contagios más rápido que otros países de Europa, América del Sur y del Norte.

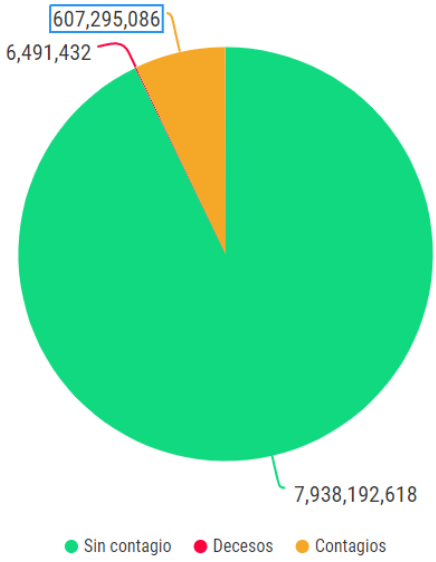


Figura 1 – Distribución de la afectación del SARS-CoV-2 en el mundo.

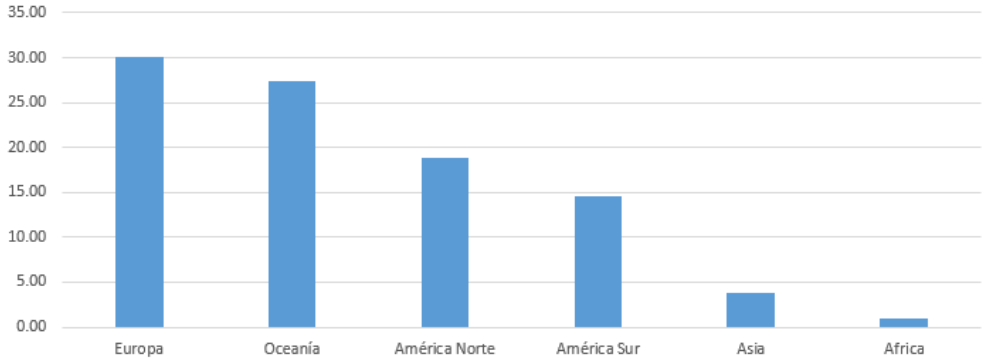


Figura 2 – Índice de contagios por causa de SARS-CoV-2 en cada continente.

En la tabla 5 se muestran los 20 países con mayor indice de contagios indicando el continente al que pertenece, la población, el número de contagios acumulados, el número de decesos acumulados a la fecha actual, el índice de contagios respecto a su población, el índice de decesos respecto a su población, así como la Posición en población a nivel mundial considerando que China ocupa el primer lugar al ser el más poblado actualmente. Es de notar que varios de los países que aparecen son de Europa y se trata de países pequeños que han tenido a más de la mitad de su población contagiada. Es de notar Francia que es uno de los grandes países de Europa con un índice de 52.25% de

personas contagiadas hasta la fecha actual. De los países de la tabla, 10 de ellos son islas, algunas de ellas territorios de Reino Unido y Francia. Otros países son pequeños como el caso de Austria, Dinamarca, Islandia o Eslovenia. Los países grandes en esta gráfica son Francia, Portugal y Eslovenia. Es de notar que países más grandes no aparecen en esta tabla.

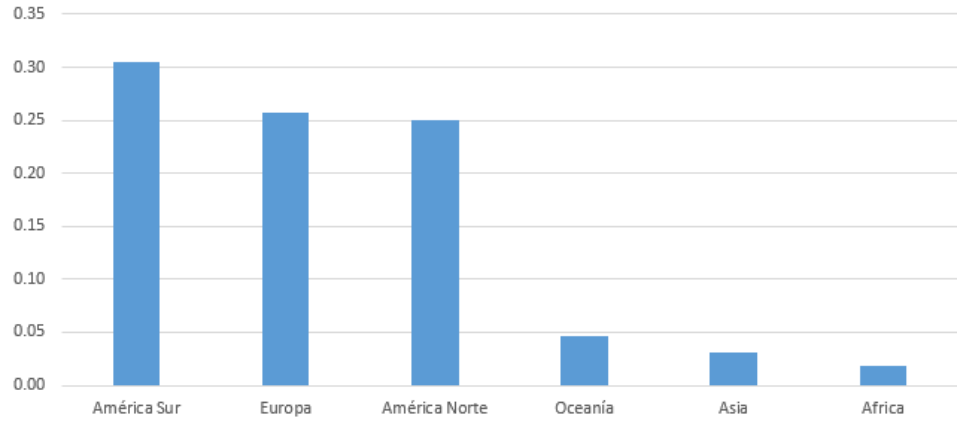


Figura 3 – Índice de decesos por causa de SARS-CoV-2 en cada continente.

País	Cont.	Pob	Contagio	Deces	i-co	i-de	Posición
Islas Feroe (Din)	Europa	53,090	34,658	28	65.28	0.05	209
Gibraltar (GB)	Europa	32,649	20,069	108	61.47	0.33	219
San Marino	Europa	33,660	20,552	118	61.06	0.35	218
Martinica	Am Nte	367,507	219,529	1,036	59.73	0.28	180
Andorra	Europa	79,824	46,147	155	57.81	0.19	203
Austria	Europa	8’939,617	5’002,850	20,661	55.96	0.23	99
Dinamarca	Europa	5’882,261	3’283,706	6,987	55.82	0.12	115
Islandia	Europa	372,899	205,284	213	55.05	0.06	179
Eslovenia	Europa	2’119,844	1’149,364	8,191	54.22	0.39	148
San Pedro y Miqu.	Am Nte	5,862	3,166	1	54.01	0.02	229
Jersey (GB)	Europa	110,778	59,270	137	53.50	0.12	195
Portugal	Europa	10’270,865	5’451,460	24,944	53.08	0.24	92
Francia	Europa	64’626,628	33’766,090	151,062	52.25	0.23	23
Israel	Europa	9’038,309	4’646,872	11,667	51.41	0.13	98
Brunei	Europa	449,002	224,610	130	50.02	0.03	175
I. Malvinas (GB)	Am Sur	3,780	1,886	0	49.89	0	231

País	Cont.	Pob	Contagio	Deces	i-co	i-de	Posición
Letonia	Europa	1’850,651	912,002	5,965	49.28	0.32	151
Liechtenstein	Europa	39,237	19,351	85	49.21	0.22	216
Guernsey (GB)	Europa	63,301	30,992	62	48.96	0.10	207
Reunion (Francia)	Africa	974,052	474,623	884	48.73	0.09	161

Tabla 5 – Los 20 países con mayor índice de contagios por SARS-CoV2 en el mundo

En la tabla 6 se muestran los países con mayor índice de decesos, es de notar el caso de Perú y Brasil que son países grandes de América del Sur, es conveniente realizar un estudio para determinar las causas que los colocan en esta tabla. También es de notar que aparecen varios países de Europa que es el continente que presenta el mayor número de contagios como se presentó en la tabla 5. En el caso de los decesos de países de Europa son de notar Bulgaria, Hungría, República Checa, Rumanía y Grecia. Otros países de Europa que aparecen son naciones con extensión geográfica pequeña como el caso de Gibraltar, San Marino, Montenegro. De Asia solamente aparecen Georgia y Armenia que son países pequeños.

País	Cont.	Pob	Contagio	Deces	i-co	i-de	Posición
Perú	Am Sur	34’049.588	4’127,612	216,173	12.1	0.63	44
Bulgaria	Europa	6’781,953	1’250,250	37,663	18.4	0.55	108
Bosnia y Herz.	Europa	3’233,526	397,602	16,104	12.2	0.49	137
Hungría	Europa	9’967,308	2’070,443	47,409	20.7	0.47	94
Macedonia Nte	Europa	2’093,599	341,889	9,516	16.3	0.45	150
Georgia	Asia	3’744,385	1’762,206	16,900	47.0	0.45	131
Montenegro	Europa	627,082	277,805	2,778	44.3	0.44	169
Croacia	Europa	4’068,411	1’222,007	16,817	30.3	0.41	130
Rep. Checa	Europa	10’493,986	4’068,411	40,932	38.7	0.39	88
Eslovenia	Europa	2’119,844	1’149,364	8,191	54.2	0.38	148
Eslovaquia	Europa	5’643,453	1’838,393	20,426	32.5	0.36	116
Moldavia	Europa	3’272,996	583,183	11,808	17.8	0.36	135
San Marino	Europa	33,660	20,552	118	61.0	0.35	218
Rumania	Europa	19’659,267	3’247,140	66,882	16.5	0.34	64
Lituania	Europa	2’750,055	1’232,367	9,301	44.8	0.33	141
Gibraltar (GB)	Europa	32,649	20,069	108	61.4	0.33	219
Letonia	Europa	1’850,651	912,002	5,965	49.2	0.32	151

País	Cont.	Pob	Contagio	Deces	i-co	i-de	Posición
Brasil	Am Sur	215'313,498	34'544,377	685,002	16.0	0.31	7
Grecia	Europa	10'384,971	4'838,811	32,894	46.5	0.31	90
Armenia	Asia	2'780,469	439,302	8,669	15.7	0.31	140

Tabla 6 – Los 20 países con mayor índice de decesos por SARS-CoV2 en el mundo

4. Conclusiones

En este trabajo se utilizaron datasets con datos públicos de la OMS y otros sitios en donde el interés se enfoca en los contagios y decesos causados por el SARS-CoV2 con el propósito de identificar los países más afectados a nivel mundial con base en estas dos variables.

Los resultados muestran que el continente más afectado por el número de contagios es Europa, sin embargo, el continente que ha presentado un mayor índice de defunciones es América del Sur, de este los dos países más afectados son Perú y Brasil.

A nivel de países se detecta que los países con el mayor índice de contagios son del continente Europa, seguidos por América del Norte. En contraste, los países con mayor índice de decesos son Perú de América del Sur, Bulgaria, Bosnia y Herzegovina, Hungría y Macedonia del norte de Europa.

En este documento es posible notar que los países con grandes poblaciones no se encuentran en estas tablas, principalmente porque su población, aunque se encuentran concentrados en grandes ciudades, es muy probable que la instrumentación de medidas como la "sana distancia", el confinamiento forzoso y otras medidas hubieran tenido efecto en evitar altos indices de defunciones, aunque si los hubo de contagios. Esto requiere de realizar otros estudios que están fuera del alcance de este reporte. En este reporte no se han considerado los efectos de las vacunas porque no se tuvo acceso a estos datos.

Como trabajo futuro se espera integrar un software que emita alertas tempranas de varios indicadores de salud en un tablero de control en la web; es de notar que ya existen diversos tableros de control, la aportación es informar cuando se alcance el valor de un índice similar a los que se han presentado en este documento, por ejemplo, el 0.001 de la población de un país para iniciar el estudio.

Referencias

Adhikari SP, Meng S, Wu YJ, et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diag-nosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. Infect Dis Poverty. 2020;9(1):29. Published 2020 Mar 17. doi:10.1186/s40249-020-00646-x

Ahmed, J., Jaman, M. H., Saha, G., & Ghosh, P. (2021). Effect of environmental and socio-economic factors on the spreading of COVID-19 at 70 cities/provinces. Heliyon, 7(5). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06979

Alabdulrazzaq, H., Alenezi, M. N., Rawajfih, Y., Alghannam, B. A., Al-Hassan, A. A., & Al-Anzi, F. S. (2021). On the accuracy of ARIMA based prediction of COVID-19 spread. Results in Physics, 27. https://doi.org/10.1016/j.rinp.2021.104509

Araya, F. (2021). Modeling working shifts in construction projects using an agent-based approach to minimize the spread of COVID-19. Journal of Building Engineering, 41. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102413

Barak N, Sommer U, Mualam N. Urban attributes and the spread of COVID-19: The effects of density, compliance and socio-political factors in Israel. Sci Total Environ. 2021;793:148626. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148626

Bontempi, E., & Coccia, M. (2021). International trade as critical parameter of COVID-19 spread that outclasses demographic, economic, environmental, and pollution factors. Environmental Research, 201. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111514

Chatterjee, S., Chakrabarty, D., & Mukhopadhyay, A. (2022). Fuzzy association analysis for identifying climatic and socio-demographic factors impacting the spread of COVID-19. Methods, 203, 511–522. https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2021.08.005

Dilek, T. D., Boybay, Z., Kologlu, N., Tin, O., Güler, S., & Saltık, S. (2021). The impact of SARS-CoV2 on the anxiety levels of subjects and on the anxiety and depression levels of their parents. Multiple Sclerosis and Related Disorders, 47. https://doi.org/10.1016/j.msard.2020.102595

Fernández, D., Giné-Vázquez, I., Liu, I., Yucel, R., Nai Ruscone, M., Morena, M., García, V. G., Haro, J. M., Pan, W., & Tyrovolas, S. (2021). Are environmental pollution and biodiversity levels associated to the spread and mortality of COVID-19? A four-month global analysis. Environmental Pollution, 271. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116326

Guo, Y., Yu, H., Zhang, G., & Ma, D. T. (2021). Exploring the impacts of travel-implied policy factors on COVID-19 spread within communities based on multi-source data interpretations. Health and Place, 69. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102538

Ilbeigipour, S., & Albadvi, A. (2022). Supervised learning of COVID-19 patients' characteristics to discover symptom patterns and improve patient outcome prediction. Informatics in Medicine Unlocked, 30. https://doi.org/10.1016/j.imu.2022.100933

Ramos, A. M., Vela-Pérez, M., Ferrández, M. R., Kubik, A. B., & Ivorra, B. (2021). Modeling the impact of SARS-CoV-2 variants and vaccines on the spread of COVID-19. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 102. https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2021.105937

Rendana, M., Idris, W. M. R., & Abdul Rahim, S. (2021). Spatial distribution of COVID-19 cases, epidemic spread rate, spatial pattern, and its correlation with meteorological factors during the first to the second waves. Journal of Infection and Public Health, 14(10), 1340–1348. https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.07.010

Sainz-Pardo, J. L., & Valero, J. (2021). COVID-19 and other viruses: Holding back its spreading by massive testing. Expert Systems with Applications, 186. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115710

Shahid, O., Nasajpour, M., Pouriyeh, S., Parizi, R. M., Han, M., Valero, M., Li, F., Aledhari, M., & Sheng, Q. Z. (2021). Machine learning research towards combating COVID-19: Virus detection, spread prevention, and medical assistance. Journal of Biomedical Informatics, 117. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103751

Tandan, M., Acharya, Y., Pokharel, S., & Timilsina, M. (2021). Discovering symptom patterns of COVID-19 patients using association rule mining. Computers in Biology and Medicine, 131. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104249

You, M., Liu, H., & Wu, Z. (2022). The spread of COVID-19 in athletes. Science and Sports. https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.03.012

Zaremba, A., Kizys, R., Aharon, D. Y., & Umar, Z. (2022). Term spreads and the COVID-19 pandemic: Evidence from international sovereign bond markets. Finance Research Letters, 44. https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102042

____. (2020) COVID-19: cronología de la actuación de la OMS. (2020, 28 abril). OMS. https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19

____. (2022). Dataset de SARS-CoV-2 de la OMS. https://covid19.who.int/data

____. (2022). Dataset de población mundial. https://worldpopulationreview.com/

____. (2022). Continente de cada país. https://github.com/lukes/ISO-3166-Countries-with-Regional-Codes/blob/master/all/all.csv

Agradecimientos: Este trabajo recibe apoyo del proyecto del Instituto Politécnico Nacional de México número SIP 20222105 Procesamiento y visualización de datasets públicos mediante un clúster decomputadoras personales.

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

Recebido/Submission: 28/12/2022
Aceitação/Acceptance: 25/03/2023

Un Modelo de Legibilidad Basado en la Organización de Código Fuente

Paul Mendoza del Carpio

p.mendozadc@ulasalle.edu.pe

[1] Universidad La Salle, Departamento de Ingeniería y Matemáticas, Arequipa, Perú.

Pages: 592-603

Resumen: La legibilidad es una propiedad altamente deseable en el código fuente, sin embargo, los modelos de legibilidad convencionales trabajan a un nivel de archivo, mientras que el código fuente es nombrado y organizado con criterios que no son tomados en consideración. Este trabajo aborda la legibilidad de software a un nivel de paquetes de código fuente, empleando patrones de nombrado para identificar palabras frecuentes, y obtener características que brinden un sentido a tales palabras. Los elementos de la propuesta han sido evaluados empleando el corpus de proyectos Qualitas, los resultados muestran una presencia importante de los elementos que forman la base de esta propuesta.

Palabras-clave: modelo de legibilidad, organización de código fuente, patrones de nombrado.

A Readability Model Based on Source Code Organization

Abstract: Readability is a property which is highly desirable in source code, however, conventional readability models work at file level, while source code is named and organized with criteria that is not been taken in account. This work addresses the software readability at a package level of source code, using naming patterns for identifying frequent words, and getting features which offer a sense for such words. The elements of the proposal have been evaluated using the corpus of projects Qualitas, the results show an important presence of the elements which are the base of this proposal.

Keywords: readability model, source code organization, naming patterns.

1. Introducción

La legibilidad es una propiedad altamente deseable en el código fuente, siendo imperativa en el desarrollo de software de código abierto debido a su carácter colaborativo y geográficamente distribuido (Piantadosi et al., 2020), asimismo, ello también es considerado importante por parte de los desarrolladores (Mannan et al., 2018). Sin embargo, los modelos de legibilidad convencionales trabajan a un nivel de archivo, y

han sido criticado con evidencia empírica (Chowdhury et al., 2022; Roy et al., 2020; Scalabrino et al., 2017).

La influencia que tienen los nombres de elementos de software sobre la comprensión de software es ampliamente aceptada (Scalabrino et al., 2018). El software es una forma de comunicación humana, que tiene propiedades estadísticas similares al corpus del lenguaje natural (Allamanis et al., 2018), y cabe mencionar que el código presenta mayor cantidad de patrones que el texto en lenguaje natural (Gabel & Su, 2010).

La legibilidad puede ser evaluada en diferentes niveles de granularidad, desde trozos de código hasta módulos de sistemas (Piantadosi et al., 2020). El presente trabajo aborda la legibilidad de software a un nivel de paquetes de código fuente empleando patrones de nombrado, el mismo incluye las siguientes contribuciones: i) un modelo de legibilidad basado en la organización del código fuente y en los patrones de nombrado inmersos en los paquetes de código, ii) una técnica para obtener sentidos de una palabra (i.e. Word Sense) en un repositorio de código. Se aborda lo anterior considerando que el lector del código puede relacionar y conceptualizar múltiples archivos de código, de acuerdo a las palabras que encuentra en sus nombres, tales palabras pueden contar con ciertos sentidos que son establecidos mediante la semántica de las relaciones entre clases del enfoque orientado a objetos. La sección 2 lista y comenta trabajos relacionados con esta propuesta. La sección 3 presenta consideraciones y definiciones previas para el modelo. La sección 4 presenta el modelo de legibilidad propuesto. La sección 5 indica los repositorios empleados, características, y parámetros utilizados en la evaluación. La sección 6 muestra los resultados obtenidos sobre los repositorios tratados. Finalmente, la sección 7 presenta las conclusiones del trabajo.

2. Trabajos relacionados

El primer modelo de legibilidad fue presentado en (Buse & Weimer, 2008), el cual está basado en características estructurales como el largo de una línea, el número de bucles, cantidad de identificadores, cantidad de palabras clave, operadores aritméticos, operadores de comparación, entre otros. (Posnett et al., 2011) define un modelo más simple que emplea sólo tres características: líneas de código, entropía, y volumen. (Dorn, 2012) agrega características visuales, espaciales y lingüísticas a los modelos anteriores, midiendo aspectos como la alineación y regularidad de la indentación. (Scalabrino et al., 2016) define un conjunto nuevo de características textuales, entre las cuales se tiene: consistencia entre comentarios e identificadores, y legibilidad de comentarios. (Roy et al., 2020) presenta un modelo que trabaja a nivel de archivo utilizando herramientas de análisis de código para detectar mejoras de legibilidad en cambios incrementales. (Piantadosi et al., 2020) realiza un estudio sobre modelos de legibilidad previos, y extiende el estudio considerando el impacto de los cambios en la legibilidad de código.

3. Consideraciones y Definiciones Previas

El código fuente es considerado un medio que comunica a través de dos canales: computadoras y humanos (Allamanis et al., 2018). Los nombres adecuados para archivos de código (e.g., clases) son consistentes en el contexto global de un proyecto

de aplicación (Allamanis et al., 2014), y los archivos de código contienen patrones útiles que son recurrentes y predecibles (Allamanis et al., 2018). El desarrollo de software moderno es frecuentemente repetitivo, donde se aplican las mismas prácticas en diferentes proyectos (Jaffe, 2017; Jiang et al., 2019), y predomina el uso de convenciones de nombrado (Allamanis et al., 2014).

Cabe mencionar algunas analogías que considera este trabajo entre el código fuente y el lenguaje natural. Los nombres de archivos y de paquetes de código pueden ser vistos como títulos de un texto, luego, el uso de tales títulos pueden acelerar la adquisición de información, un simple vistazo al título puede comunicar claramente a los lectores el contenido de un documento (Wanzer et al., 2021). El abordar un proyecto de código nos presenta una cantidad considerable de palabras nuevas; en el marco de conocer un vocabulario nuevo en textos, el enfocarse en palabras altamente frecuentes ha mostrado ser efectivo en el aprendizaje de un lenguaje extranjero (Sakata, 2019).

3.1. Palabras Frecuentes

En el presente trabajo se ha realizado una adaptación de la minería de patrones frecuentes de (Aggarwal & Han, 2016) a fin de explotar particularidades inmersas en la organización del código fuente. En adelante se considera que una palabra tiene uno o más términos del nombre de un archivo de código fuente (e.g., para el nombre de archivo AjaxBehavior; Ajax y Behavior son términos; Ajax y AjaxBehavior son palabras). Se tiene un esquema para palabras a partir de las siguientes definiciones:

- E(a): palabra presente al inicio (i.e. prefijo) o al final (i.e. sufijo) del nombre del archivo de código fuente a.
- Conjunto de palabras de un repositorio (PR(r)): conjunto de palabras de {t: E(a) ϶ t}, ∀a donde a es un archivo de un repositorio r de código fuente.
- Archivos de una palabra (AP(t)): conjunto de archivos de {a: E(a) ϶ t}.
- Conjunto de archivos de un repositorio (AR(r)): conjunto de archivos de {a: AP(t) ϶ a, PR(r) ϶ t}, donde r es un repositorio de código fuente.
- A(p): conjunto de archivos de código fuente presentes en el paquete p, sin incluir archivos pertenecientes a otros paquetes contenidos. |A(p)| es la cantidad de archivos de código fuente presentes en el paquete p.
- Soporte de una palabra en un paquete (SUPP(t,p)): número de archivos de {a: A(p) ϶ a} en que ocurre la palabra t: t = E(a); donde p es un paquete. ∀t∀p, 0 >= SUPP(t,p) <= |A(p)|.
- Frecuencia de una palabra en un paquete (FRP(t,p)): FRP(t, p) = SUPP(t,p) / |A(p)|.
- Soporte de una palabra en un conjunto de paquetes (SUPC(t,Q)): Número de paquetes de Q en que ocurre la palabra t: t = E(a), a: A(p) ϶ a, p: Q ϶ p; donde Q es un conjunto de paquetes y |Q| es la cantidad de paquetes. ∀t∀Q, 0 >= SUPC(t,Q) <= |Q|.
- Frecuencia de una palabra en un conjunto de paquetes (FRC(t,Q)): FRC(t,Q) = SUPC(t,Q) / |Q|.

E(a) puede ser ajustado a sólo prefijos o sólo sufijos, según el repositorio de código.

Estos conjuntos de palabras son obtenidos según un umbral mínimo minsup:

- PSIN: palabras de {t: FRP(t,p) ≥ minsup}; donde p es un paquete de código fuente. La sección a) de la figura 1 muestra la palabra frecuente Message, presente en un paquete de Ehcache.
- PNOM: palabras de {t: FRC(t, NP(m)) ≥ minsup ∧ |NP(m)| >= 3}; donde NP(m) es el conjunto de paquetes con nombre m. La sección b) de la figura 1 muestra la palabra frecuente Constraint, presente en los paquetes con nombre validation de Red Hat RestEasy.
- PNOJ: palabras de {t: FRC(t, NPJ(m,j)) ≥ minsup ∧ |NP(m)| >= 3}; donde NPJ(m,j) es el conjunto de paquetes con nombre m que forman parte de un proyecto j alojado en el repositorio (e.g. el repositorio Apache Ignite contiene proyectos con nombre Kubernetes y Mesos entre otros). La sección c) de la figura 1 muestra la palabra frecuente ApiModule, presente en los paquetes server del proyecto core-api del repositorio de Eclipse Che.
- PSUP: palabras de {t: FRC(t,SP(p)) ≥ minsup, |SP(d)| >= 3; donde SP(p) es el conjunto de paquetes directamente contenidos en el paquete p. La sección d) de la figura 1 muestra el término significativo Behavior, presente en paquetes de distinto nombre de PrimeFaces.
- PFREQ(r) = {PSIN(r) U PNOM(r) U PNOJ(r) U PSUP(r)}, donde r es un repositorio.
- NP(r) = |PSIN(r)| + |PNOM(r)| + |PNOJ(r)| + |PSUP(r)|, donde r es un repositorio.

Aquellas palabras contenidas en PFREQ serán denominadas palabras frecuentes, debido a su frecuencia dentro de la estructura organizativa del código. Cabe indicar que el

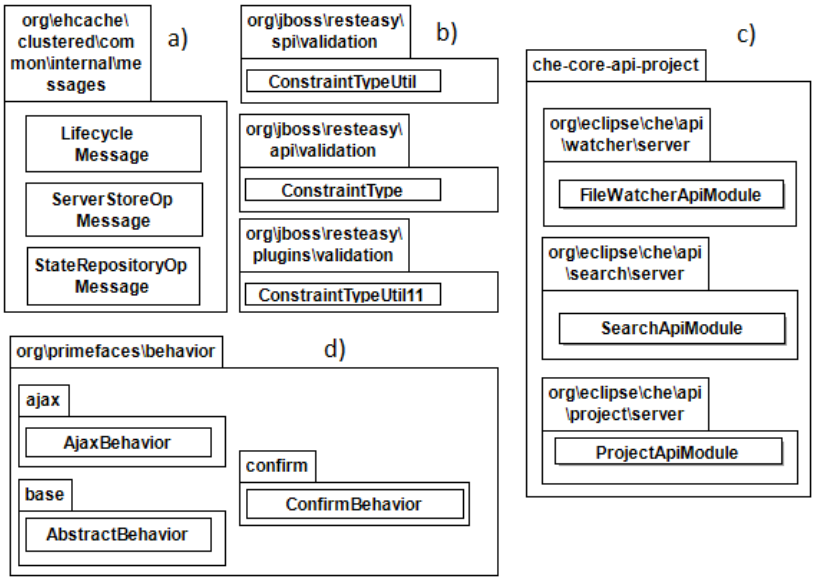


Figura 1 – Ejemplos de patrones de nombrado

contexto marcado por los paquetes en PSIN, PNOM, PNOJ, PSUP, brinda un escenario similar al del lenguaje natural, donde las palabras con significado similar, tienen uso específico y restricciones colocacionales (Yu et al., 2010).

3.2. Sentidos de Palabras de Código Fuente (CWS)

En adelante se denomina contexto de una palabra frecuente al conjunto de paquetes de código involucrados (e.g., el caso de PSIN es el único conjunto donde sólo se tiene un paquete en el contexto). A fin de definir un sentido para una palabra frecuente se obtiene el conjunto de archivos contenidos en el contexto de la palabra frecuente, y se realiza un análisis de código (i.e., parsing) sobre los archivos involucrados, estos archivos son obtenidos de acuerdo al origen del término (PSIN, PNOM, PNOJ, PSUP). Tal análisis obtiene clases relacionadas por herencia, realización (i.e. implementación de interfaces), y asociación (i.e. atributos de tipo no primitivo) de acuerdo a un umbral mínimo minsuprel. Se considera que si varios archivos, cuyo nombre contiene la palabra frecuente, son subclases de una misma superclase en común, o contienen un atributo miembro de una misma clase, ello le otorga sentido a la palabra frecuente (e.g., sería lógico implicar que elementos con nombre AjaxBehavior y ConfirmBehavior sean subtipos de un elemento Behavior, lo cual ocurre en el proyecto PrimeFaces). La presencia de una o más relaciones frecuentes en los archivos de una palabra frecuente, forma lo que se denominará en adelante, un CWS (Code Word Sense), el sentido de una palabra presente en los nombres de archivos de código. Tal sentido de la palabra de código, estará determinado por la presencia frecuente de una o varias relaciones con alguna clase en común, ello en un contexto marcado por los paquetes involucrados, (i.e., PNOM, PSIN, PNOJ o PSUP).

Considérense las siguientes definiciones relacionadas a sentidos de palabras:

- CWS(pf): conjunto de CWS para una palabra frecuente pf: PFREQ ϶ pf.
- SR(r): conjunto de CWS de un repositorio r, teniéndose: {s: CWS(pf) ϶ s}, ∀pf donde pf es una palabra frecuente en el repositorio r.
- PFWS(r): conjunto de palabras frecuentes pf, en un repositorio r, que tienen al menos un sentido: PFREQ ϶ pf, y |CWS(pf)| >= 1.
- NPS(r): cantidad de patrones que tienen un sentido: |{pf: PSIN ϶ pf, PFWS ϶ pf }| + |{pf: PNOM ϶ pf, PFWS ϶ pf }| + |{pf: PNOJ ϶ pf, PFWS ϶ pf }| + |{pf: PSUP ϶ pf, PFWS ϶ pf }|.
- CL(cws): conjunto de archivos de código fuente (i.e. clases) que presentan la palabra frecuente que originó cws: CWS ϶ cws.
- CLR(r): conjunto de archivos de código fuente de un repositorio r que forman parte de un CL, teniéndose: {a: CL(cws) ϶ a, CWS(pf) ϶ cws }, ∀pf donde PFREQ ϶ pf.

4. Modelo de Legibilidad basado en la Organización de Código

El modelo de legibilidad propuesto incluye mediciones tanto en escala de ratio como en escala absoluta, la tabla 1 muestra el modelo propuesto.

5. Evaluación

Para la evaluación del presente trabajo se emplearon los 112 proyectos de código del Corpus Qualitas (Tempero et al., 2010). La tabla 2 muestra un resumen de los proyectos, su tamaño, y algunas mediciones base del modelo. Se obtuvieron los términos utilizados en nombres de archivos de código según el estilo CamelCase (estilo dominante con adopción en Python, Java, C, C++ (Binkley et al., 2012; Guerrouj, 2013)). Se extrajeron palabras de prefijos y sufijos del nombre de archivos, con un stoplist discriminando los caracteres -, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Se ha utilizado valores minsup y minsuprel de 0.75 y no valores más altos, debido a que los proyectos pueden presentar deuda técnica arquitectónica por falta de uniformidad de patrones y políticas (Martini et al., 2015), es factible establecer los valores minsup y minsuprel para cada proyecto.

Nombre	Medición /Fórmula	Propósito	Interpretación
Archivos por Palabra (AXP)	AR/PR	¿En cuántos archivos impacta una palabra en promedio?	Un valor alto implica que al conocer la naturaleza de una palabra en el repositorio, se podrían leer mejor más archivos
Palabras Frecuentes (PFREQ)	|PFREQ|	¿Cuántas palabras pueden tener un sentido definido?	Un valor alto implica una mayor posibilidad de encontrar sentidos a las palabras que podrían ser generalizados en diversos archivos de Código
Patrones Frecuentes (TFREQ)	NP	¿Cuántos patrones frecuentes se tienen?	Un valor alto implica una mayor posibilidad de conceptualizar palabras frecuentes en diversos archivos de código dentro de un context
Patrones por Palabra Frecuente (TXF)	NP / |PFREQ|	¿Cuántos patrones se tienen por palabra frecuente en promedio?	Un valor alto implica una mayor posibilidad de encontrar sentidos a las palabras frecuentes, que podrían ser generalizados en diversos archivos de código dentro de un context
Sentidos (SR)	|SR|	¿Cuántos sentidos se tienen en las palabras frecuentes?	Un valor alto implica una mayor cantidad de propiedades que el lector del código puede relacionar con una palabra frecuente
Archivos de Palabras con Sentido (CLR)	|CLR|	¿Cuántos archivos de código cuentan con un sentido para su nombre?	Un valor alto implica una mayor cantidad de archivos factibles de ser relacionados con un sentido
Palabras Frecuentes con Sentido (FS)	|PFWS|	¿Cuántas palabras frecuentes tienen un sentido?	Un valor alto implica una mayor cantidad de nombres factibles de ser relacionados con un sentido
Porcentaje de Palabras Frecuentes con Sentido (FSC)	|PFWS| / |PFREQ|	¿Cuál es el porcentaje de palabras frecuentes con sentido?	Un valor de 1 es lo óptimo, un valor cercano a 1 implica que la mayoría de palabras frecuentes tienen un sentidoFS definido
Sentidos por Palabra Frecuente (SXF)	|SR| / |PFREQ|	¿Cuántos sentidos se tienen por palabra frecuente en promedio?	Un valor alto implica una mayor probabilidad de contar con propiedades que el lector del código puede relacionar con una palabra frecuente

Nombre	Medición /Fórmula	Propósito	Interpretación
Sentidos por Palabra Frecuente con Sentido (SXFS)	|SR| / |PFWS|	Para palabras con un sentido: ¿Cuántos sentidos se tienen por palabra en promedio?	En cuanto el valor sea más alto que el valor 1, implica una mayor riqueza en cantidad de propiedades que el lector del código puede relacionar con una palabra frecuente en promedio
Porcentaje de Patrones con sentido (TC)	NPS / NP	¿Cuál es el porcentaje de patrones frecuentes con sentido?	Un valor de 1 es lo óptimo, un valor cercano a 1 implica que la mayoría de patrones tienen un sentido definido

Tabla 1 – Modelo de legibilidad basado en organización de código

6. Resultados

Se ha encontrado que el 96% de proyectos del corpus Qualitas presentan términos frecuentes. Aquellos que no cuentan con palabras frecuentes corresponden a proyectos con pequeñas cantidades de archivos, teniendo un promedio de 53 archivos y un máximo de 96, valores que se encuentran muy por debajo del número de archivos promedio que es 1135. En promedio, se tiene que el 80% de palabras frecuentes presentaron un sentido (i.e., CWS), mientras que todos los proyectos con palabras frecuentes tienen un sentido para tales palabras. Asimismo, se distingue una mayor predominancia de CWS por subtipos (i.e. herencia y realización) con un 94%, 79% con palabras con un solo término, y 19% con dos términos en promedio.

En el procesamiento realizado no se ha leído cada archivo de código fuente para obtener palabras frecuentes, tal lectura se ha hecho sobre un espacio reducido de 29% en promedio, a fin de obtener los sentidos de las palabras.

Proyecto	NF	PFREQ	FS	TFREQ	NPS	SR	CLR
Netbeans	24050	353	310	736	573	573	4878
Eclipse SDK	20680	295	270	643	540	540	5240
Gt2	4504	87	82	147	125	125	1828
Azureus	3319	43	30	92	45	45	591
Jboss	2983	94	89	145	118	118	999
Aspectj	2901	52	29	70	35	35	400
Hibernate	2521	101	91	137	113	113	1172
Compiere	2505	75	71	79	75	75	556
Spring framework	2337	91	79	128	110	110	834

Tabla 2 – Resumen de proyectos evaluados. NF: número de archivos.

7. Discusión

Cerca de la totalidad de proyectos del corpus Qualitas presentan términos frecuentes, lo cual brinda evidencia de la existencia de los patrones de nombrado basados en la organización del código. El alto porcentaje de palabras frecuentes que presentaron un sentido, sumado a que todos los proyectos con palabras frecuentes tienen un sentido para tales palabras, evidencia la existencia de los sentidos de palabras presentados en el modelo de este trabajo.

El tener un modelo de legibilidad a nivel de paquetes de código, proporciona una idea general del proyecto de código, y está menos expuesto a recibir impacto por cambios, debido a que los paquetes son agregados o quitados ocasionalmente (Piantadosi et al., 2020). Asimismo, la propuesta presente cuenta con mediciones que no presentan correlación con el tamaño: TXF, FSC, SXF, SXFS, TC.

Este trabajo emplea la organización del código en clases y paquetes, la cual es relevante para la legibilidad de código, una muestra de ello es que la refactorización que involucra el movimiento de código mejora la legibilidad (Piantadosi et al., 2020). Asimismo, en el intento de reducir la complejidad interna de un archivo de código, los desarrolladores realizan refactorizaciones que mueven código (e.g., a nuevas clases, superclases), mejorando la legibilidad según modelos convencionales (Piantadosi et al., 2020), pero ello también puede incidir positivamente en esta propuesta, debido a la tendencia a crear archivos con nombres y palabras ya empleadas.

Adicionalmente, este trabajo toma en consideración los nombres de archivos de código, producto de decisiones que influyen en la legibilidad de código, ello puede ser evidenciado considerando que las operaciones de refactorización para mejorar el nombrado también mejoran la legibilidad (Pantiuchina et al., 2020). Considérese que los nombres juegan un rol crucial en la comprensión de software, pues comprenden cerca del 50% de información lingüística en un sistema de software (Deissenboeck & Pizka, 2006), y los desarrolladores expresan el conocimiento del dominio mediante los nombres (Scalabrino et al., 2017, 2018)., los cuales forman el vocabulario de términos que cuenta con la mayor cantidad de términos en común con los vocabularios de nombres de atributos, funciones, parámetros y comentarios (Abebe et al., 2009), y que son considerados unidades semánticas en el código (Allamanis et al., 2018; Raychev et al., 2015; Scalabrino et al., 2018); explotando la importancia que tiene el nombrado de identificadores en el software según expertos de la industria (Beck, 2007; Martin, 2008; McConnell, 2004), donde los nombres en el código fuente deben expresar el concepto que representan tan claramente como sea posible (Hofmeister et al., 2017).

Respecto a las palabras frecuentes, éstas pueden ser consideradas como significativas, dado que por su alta frecuencia, pueden corresponder a conceptos del dominio de la aplicación (Abebe et al., 2009), y se escribe código no sólo para ser ejecutado sino también para comunicar la función que cumple el código (Allamanis et al., 2015), por ello se prefiere leer y escribir código que es convencional, familiar e idiomático puesto que ello apoya el entendimiento y mantenimiento del software (Allamanis et al., 2014, 2018).

Acerca del procesamiento realizado, éste no ha requerido leer cada archivo de código fuente, la reducción del espacio de archivos leídos hace factible que el análisis inmerso en el modelo propuesto pueda ser automático y escalable, propiedad que es importante para propuestas relacionadas a aprendizaje a partir de grandes cantidades de código (i.e., big code) (Markovtsev & Long, 2018). Asimismo, con la información disponible, las herramientas de programación pueden ser mejoradas al usar estimados estadísticos sobre una importante cantidad de repositorios de código (Allamanis et al., 2018).

Una limitación de la presente propuesta radica en que su aplicabilidad depende del uso de convenciones de nombrado y buenas prácticas de organización del código fuente.

8. Conclusiones

Este trabajo ha presentado un modelo de legibilidad basado en la organización del código fuente, utilizando patrones de nombrado en los archivos de código. Relacionado al mismo, se presentó una técnica para obtener sentidos de una palabra en un repositorio de código, aprovechando la semántica definida en el enfoque orientado a objetos para las relaciones entre clases, la cual es de utilidad para la creación de artefactos lingüísticos enfocados a código fuente. Se encontraron importantes ocurrencias de palabras frecuentes y sentidos de palabra (en el corpus Qualitas), elementos que conforman la base del modelo.

El modelo presentado, a diferencia de los modelos convencionales, trabaja a un nivel de paquetes de código, explota la presencia de nombres y su frecuencia, y cuenta con mediciones que no correlacionan con el tamaño del proyecto de código (característica criticada en modelos convencionales). Asimismo, muestra un ahorro de procesamiento, al requerir la lectura de sólo un porcentaje menor de los archivos de código, lo cual favorece su aplicación en big code.

Referencias

Abebe, S. L., Haiduc, S., Marcus, A., Tonella, P., & Antoniol, G. (2009). Analyzing the Evolution of the Source Code Vocabulary. *Proceedings of the 2009 European Conference on Software Maintenance and Reengineering*, 189-198. https://doi.org/10.1109/CSMR.2009.61

Aggarwal, C. C., & Han, J. (2016). *Frequent Pattern Mining* (1st ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.

Allamanis, M., Barr, E. T., Bird, C., & Sutton, C. (2014). Learning natural coding conventions. *Proceedings of the 22nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering*, 281-293. https://doi.org/10.1145/2635868.2635883

Allamanis, M., Barr, E. T., Bird, C., & Sutton, C. (2015). Suggesting accurate method and class names. *Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, 38-49. https://doi.org/10.1145/2786805.2786849

Allamanis, M., Barr, E. T., Devanbu, P., & Sutton, C. (2018). A Survey of Machine Learning for Big Code and Naturalness. *ACM Computing Surveys*, *51*(4), 81:1-81:37. https://doi.org/10.1145/3212695

Beck, K. (2007). *Implementation Patterns* (1st edition). Addison-Wesley Professional.

Binkley, D. W., Davis, M., Lawrie, D. J., Maletic, J. I., Morrell, C., & Sharif, B. (2012). The impact of identifier style on effort and comprehension. *Empirical Software Engineering*. https://doi.org/10.1007/s10664-012-9201-4

Buse, R. P. L., & Weimer, W. R. (2008). A metric for software readability. *Proceedings of the 2008 international symposium on Software testing and analysis*, 121-130. https://doi.org/10.1145/1390630.1390647

Chowdhury, S., Holmes, R., Zaidman, A., & Kazman, R. (2022). Revisiting the debate: Are code metrics useful for measuring maintenance effort? *Empirical Software Engineering*, *27*(6). https://doi.org/10.1007/s10664-022-10193-8

Deissenboeck, F., & Pizka, M. (2006). Concise and consistent naming. *Software Quality Journal*, *14*(3), 261-282. https://doi.org/10.1007/s11219-006-9219-1

Dorn, J. (2012). A general software readability model. *MCS Thesis available from (http://www. cs. virginia. edu/weimer/students/dorn-mcs-paper. pdf)*, *5*, 11-14.

Gabel, M., & Su, Z. (2010). A study of the uniqueness of source code. *Proceedings of the eighteenth ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering*, 147-156. https://doi.org/10.1145/1882291.1882315

Guerrouj, L. (2013). Normalizing source code vocabulary to support program comprehension and software quality. *Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering*, 1385-1388.

Hofmeister, J., Siegmund, J., & Holt, D. V. (2017). Shorter identifier names take longer to comprehend. *2017 IEEE 24th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*, 217-227. https://doi.org/10.1109/SANER.2017.7884623

Jaffe, A. (2017). Suggesting meaningful variable names for decompiled code: A machine translation approach. *Proceedings of the 2017 11th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, 1050-1052. https://doi.org/10.1145/3106237.3121274

Jiang, J., Ren, L., Xiong, Y., & Zhang, L. (2019). Inferring Program Transformations From Singular Examples via Big Code. *2019 34th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE)*, 255-266. https://doi.org/10.1109/ASE.2019.00033

Mannan, U. A., Ahmed, I., & Sarma, A. (2018). Towards understanding code readability and its impact on design quality. *Proceedings of the 4th ACM SIGSOFT International Workshop on NLP for Software Engineering*, 18-21. https://doi.org/10.1145/3283812.3283820

Markovtsev, V., & Long, W. (2018). Public Git Archive: A Big Code Dataset for All. *2018 IEEE/ACM 15th International Conference on Mining Software Repositories (MSR)*. https://doi.org/10.1145/3196398.3196464

Martin, R. C. (2008). *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship* (1st ed.). Pearson.

Martini, A., Bosch, J., & Chaudron, M. (2015). Investigating Architectural Technical Debt accumulation and refactoring over time. *Information and Software Technology*, *67*(C), 237-253. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.07.005

McConnell, S. (2004). *Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction, Second Edition*. Microsoft Press.

Pantiuchina, J., Zampetti, F., Scalabrino, S., Piantadosi, V., Oliveto, R., Bavota, G., & Penta, M. D. (2020). Why Developers Refactor Source Code: A Mining-based Study. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, *29*(4), 29:1-29:30. https://doi.org/10.1145/3408302

Piantadosi, V., Fierro, F., Scalabrino, S., Serebrenik, A., & Oliveto, R. (2020). How does code readability change during software evolution? *Empirical Software Engineering*, *25*(6), 5374-5412. https://doi.org/10.1007/s10664-020-09886-9

Posnett, D., Hindle, A., & Devanbu, P. (2011). A simpler model of software readability. *Proceedings of the 8th Working Conference on Mining Software Repositories*, 73-82. https://doi.org/10.1145/1985441.1985454

Raychev, V., Vechev, M., & Krause, A. (2015). Predicting Program Properties from «Big Code». *Proceedings of the 42nd Annual ACM SIGPLAN-SIGACT Symposium on Principles of Programming Languages*, 111-124. https://doi.org/10.1145/2676726.2677009

Roy, D., Fakhoury, S., Lee, J., & Arnaoudova, V. (2020). A Model to Detect Readability Improvements in Incremental Changes. *Proceedings of the 28th International Conference on Program Comprehension*, 25-36. https://doi.org/10.1145/3387904.3389255

Sakata, N. (2019). Profiling vocabulary for proficiency development: Effects of input and general frequencies on L2 learning. *System*, *87*, 102167. https://doi.org/10.1016/j.system.2019.102167

Scalabrino, S., Bavota, G., Vendome, C., Linares-Vásquez, M., Poshyvanyk, D., & Oliveto, R. (2017). Automatically assessing code understandability: How far are we? *Proceedings of the 32nd IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering*, 417-427.

Scalabrino, S., Linares-Vásquez, M., Oliveto, R., & Poshyvanyk, D. (2018). A comprehensive model for code readability. *Journal of Software: Evolution and Process*, *30*(6). https://doi.org/10.1002/smr.1958

Scalabrino, S., Linares-Vásquez, M., Poshyvanyk, D., & Oliveto, R. (2016, may 16). *Improving Code Readability Models with Textual Features*. https://doi.org/10.1109/ICPC.2016.7503707

Tempero, E., Anslow, C., Dietrich, J., Han, T., Li, J., Lumpe, M., Melton, H., & Noble, J. (2010). The Qualitas Corpus: A Curated Collection of Java Code for Empirical Studies. *2010 Asia Pacific Software Engineering Conference*, 336-345. https://doi.org/10.1109/APSEC.2010.46

Wanzer, D. L., Azzam, T., Jones, N. D., & Skousen, D. (2021). The role of titles in enhancing data visualization. *Evaluation and Program Planning*, *84*, 101896. https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2020.101896

Yu, L.-C., Shih, H.-M., Lai, Y.-L., Yeh, J.-F., & Wu, C.-H. (2010). Discriminative training for near-synonym substitution. *Proceedings of the 23rd International Conference on Computational Linguistics*, 1254-1262.

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

Recebido/Submission: 04/12/2022
Aceitação/Acceptance: 14/03/2023

Robot e Inteligencia Artificial

Sussy Bayona-Oré[1], Javier Ballón[2]

sbayonao@hotmail.com; javier.ballon2@unmsm.edu.pe

[1] Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú

[2] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Pages: 604-614

Resumen: Con la incorporación de las tecnologías de información emergentes, la forma de hacer las cosas ha cambiado. La introducción de los robots y la inteligencia artificial (IA) trae consigo beneficios, pero también nuevos desafíos y aspectos éticos a considerar. En este trabajo se presenta una aproximación bibliométrica, utilizando la base de datos Scopus, sobre la inteligencia artificial, la robótica y los aspectos éticos. Se analiza la actitud positiva o negativa hacia los robots e inteligencia artificial basada en la encuesta realizada por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) de España. Los resultados evidencian el interés de la comunidad científica por los aspectos éticos, sociales y legales en el uso de la IA y la robótica. Así mismo, los resultados de la encuesta de CIS muestran que la mayoría de los encuestados tienen una moderada predisposición hacia los robots y la IA, además de reconocer su utilidad.

Palabras-clave: inteligencia artificial; robots; CIS; ética.

Robot and Artificial Intelligence

Abstract: With the incorporation of emerging information technologies, the way things are done has changed. The introduction of robots and artificial intelligence (IA) brings with it benefits, but also new challenges and ethical aspects to consider. This paper presents a bibliometric approach, using the Scopus database, on artificial intelligence, robotics, and ethical aspects. The positive or negative attitude towards robots and artificial intelligence is analyzed based on the survey conducted by the Center for Sociological Research (CIS) of Spain. The results show the interest of the scientific community in the ethical, social, and legal aspects in the use of IA and robotics. Likewise, the results of the CIS survey show that most respondents have a moderate predisposition towards robots and IA, in addition to recognizing their usefulness.

Keywords: artificial intelligence; robots; CIS; ethic.

1. Introducción

En la nueva era de la transformación digital (TD), las organizaciones implementan soluciones utilizando tecnologías emergentes tales como la inteligencia artificial (IA), robótica, Bigdata, realidad virtual, realidad aumentada, Internet de las Cosas (IoT), Blockchain, entre otros. El uso de las tecnologías emergentes en las organizaciones permiten mejorar los servicios o productos que ofrecen a sus clientes, hoy en día, cada vez más exigentes. Los avances recientes de la IA y la robótica han creado "máquinas inteligentes" (Coombs et al., 2021), además de estar bien relacionados.

Por un lado, las organizaciones deciden gestionar la innovación y la IA, debido a los beneficios que trae consigo, dado que la IA surge como una solución multifacética, para resolver problemas (Pietronudo et al., 2022). Por otro lado, el empleo de robots se ha extendido a diversos sectores tales como automotriz, industria, banca, salud, educación, turismo, cultura, entre otros. Así mismo, se ha incorporado su uso en las tareas domésticas. También se cuenta con robots sociales, incluidas las mascotas robóticas (Koh et al., 2022) cuya utilización es visto como positivo, creciente y flexible (Páez-Gabriunas et al., 2022).

Sin embargo, no hay una comprensión holística sobre el impacto del uso de estas tecnologías a nivel organizacional o individual (Vrontis et al., 2022). A pesar de los beneficios que ofrecen estas tecnologías, surgen diversas opiniones acerca de su utilidad, su impacto social y los aspectos éticos. Estas opiniones han dividido no solo a los investigadores, sino también a las personas que con o sin conocimiento de tecnología tienen una percepción positiva o negativa sobre IA y los robots, dando lugar a dilemas éticos.

Según Páez-Gabriunas et al. (2022) entre las implicancias de la transformación digital se encuentra el "reemplazo creciente de personas por robots, protagonismo de la tecnología y no del humano y fallas importantes" (p. 113). Así como la discusión sobre la tensión entre la libertad de las personas y el control de una máquina inteligente (Coombs et al., 2021).

Entre los otros aspectos que son mencionados en la literatura se encuentra el grado desigual de confianza en la IA en los países o la confianza de una persona en estas tecnologías (Omrani et al., 2022). Así también las preocupaciones por la privacidad de los datos de las personas, la pérdida de puestos de trabajo que genera incertidumbre laboral (Khaliq et al., 2022) o el desconocimiento sobre los efectos y los riesgos de estas tecnologías. Para mitigar estos riesgos, se requiere de políticas nacionales e internacionales y marcos regulatorios para asegurar que las tecnologías emergentes beneficien a la humanidad (Unesco, 2021).

Dependiendo del punto de vista, las personas pueden tener una percepción positiva o negativa sobre los robots y la IA. El propósito de este trabajo es determinar los aspectos éticos relacionados con la IA y la robótica por medio de un análisis bibliométrico con información proveniente de la base de datos Scopus. Asimismo, se revisará los resultados de una investigación sobre la actitud positiva o negativa de las personas hacia los robots y la IA, realizada por el Centro de Investigaciones Sociológicas de España (CIS, 2018).

Este trabajo es un aporte al conocimiento y una contribución a la comunidad científica sobre los avances de la IA y la robótica y los aspectos éticos que plantea.

Este trabajo está estructurado en cinco secciones que incluye esta introducción. En la sección 2 se describe el marco conceptual de IA, robótica y los aspectos éticos. En la sección 3 se describe la metodología utilizada para conducir el análisis bibliométrico y el análisis de la actitud positiva o negativa sobre IA y los robots. En la sección 4 se presenta y discute los resultados. Finalmente, en la sección 5 se presenta las conclusiones.

2. Robot e Inteligencia Artificial

El término robot está relacionado la fabricación, en línea, ejecutada por robots humanoides. Entre los tipos de robots se mencionan al robot industrial como manipulador, multiusos, controlado automáticamente y reprogramable para ser empleados en la automatización industrial y al robot de servicios que realiza tareas útiles para humanos (Páez-Gabriunas et al., 2022). En el contexto de la pandemia de COVID-19, se impulsó la aplicación de las tecnologías emergentes, telemedicina, Internet de las cosas médicas (IoMT) y la robótica (Mbunge et al., 2021).

La IA se "refiere a la capacidad de una computadora digital, un robot controlado por computadora o sistemas para realizar tareas comúnmente asociadas con seres inteligentes, como la capacidad de razonar, descubrir significado, generalizar o aprender de experiencias pasadas" (Van Dyk & Van Belle, 2019). En el caso del sector salud, la IA ha sido adoptada para mitigar riesgos y el diagnóstico de enfermedades (Auyelbek et al., 2022), donde la transparencia es un aspecto importante. Otro aspecto relacionado con la privacidad humana, es garantizar la protección de la información de los individuos (Vrontis et al., 2022).

2.1. Retos y Aspectos Éticos

La IA y la robótica generan grandes expectativas pero a su vez grandes dilemas. Todo avance científico y tecnológico generan dilemas filosóficos, morales, éticos, sociales y económicos. Su importancia para la filosofía ha dado lugar a la rama de la filosofía de la IA encargada de explorar la IA y su impacto. Así mismo, la ética en la IA como una rama de la ética.

Aspectos como la sustitución de puestos de trabajo y humano-robot/IA impactan en la administración de los recursos humanos, debido la capacidad de los robots de realizar las tareas que han sido previamente definidas, sin la presencia de una persona, debido a que estos requieren de un "grado de autonomía" (Páez-Gabriunas et al., 2022). Sin embargo, no cabe duda de que la tecnología brinda aportes significativos a la convivencia social (Coombs et al., 2021).

Muchas preocupaciones relacionadas con el uso de la IA están vinculadas a la confianza de la IA, a la capacidad de probar las aplicaciones de la IA y a los aspectos éticos. Para mejorar la confianza, los profesionales pueden intentar maximizar las características tecnológicas de los sistemas basados en IA. La situación anterior ha dado lugar a que el

tópico de aspectos éticos en la IA y la robótica, sea de interés de la comunidad científica, dando lugar a un incremento de las publicaciones científicas en los últimos años.

3. Metodología

La metodología utilizada comprende dos fases. En la primera fase se realiza un análisis bibliométrico usando la base de datos Scopus y el software VOSviwer.

Para el análisis bibliométrico se siguieron los siguientes pasos: (1) establecer el propósito de la revisión bibliométrica, (2) determinar las palabras claves a ser empleadas para identificar los artículos relacionados con el tema de investigación, (3) extraer la información de la base de datos Scopus, (4) procesar los datos y (5) reportar resultados.

Las palabras claves "IA," "Intelligence artificial", "Robotic", "Ethical", "replace human", "replacing human work" y "replace human work" y los conectores lógicos fueron usados para elaborar la cadena de búsqueda que fue utilizada en el motor de búsqueda de la base de datos Scopus, para determinar los estudios relacionados con el tema.

Para conocer la actitud positiva o negativa sobre la IA y los robots se utilizó la base de datos de la encuesta nacional realizada por el CIS (CIS, 2018). El tamaño de la muestra de este estudio fue igual a 6308 personas de ambos sexos mayores de 18 años. En cuanto a las características de los participantes, el 51.4 % eran mujeres y el 48.6 % varones.

4. Resultados y Discusión

4.1. Análisis Bibliométrico

En la Figura 1 se observa que el número de artículos científicos de la base de datos Scopus, relacionadas con la IA, robótica y aspectos éticos, se ha incrementado gradualmente desde el año 2018, en especial en el periodo 2021-2022. El incremento del número de publicaciones en los últimos años es un indicador que sugiere la importancia que le dan los investigadores a este tópico.

En el contexto de la pandemia se aceleró la aplicación de la tecnología IA (Unesco, 2021). A la par del avance tecnológico, surgen cuestiones éticas esenciales en materia de uso y precisión, por lo que es importante garantizar que la IA sea ética, fiable, responsable, conforme a la privacidad y centrada en las personas (ITU, 2021).

Se realizó un análisis de Co-ocurrencia de las palabras claves utilizando el software VOSviewer (Van & Waltman, 2010). Para el análisis se seleccionaron las palabras claves que se repetían en al menos 4 artículos.

En la Figura 2 se presenta el mapa de co-ocurrencia de las palabras claves. Los nodos son agrupados en siete diferentes clústeres. Cada clúster está relacionado con un tema en particular. En el mapa se observa que aparte de las palabras claves usadas en la búsqueda de artículos científicos, se encuentran las palabras claves relacionadas con (1) aspectos filosóficos, (2) aspectos legales, (3) moral, (4) humano, (5) machine learning y (6) cuidado de la salud, entre otros. En la Tabla 1 se presenta las palabras claves de cada uno de los clústeres.

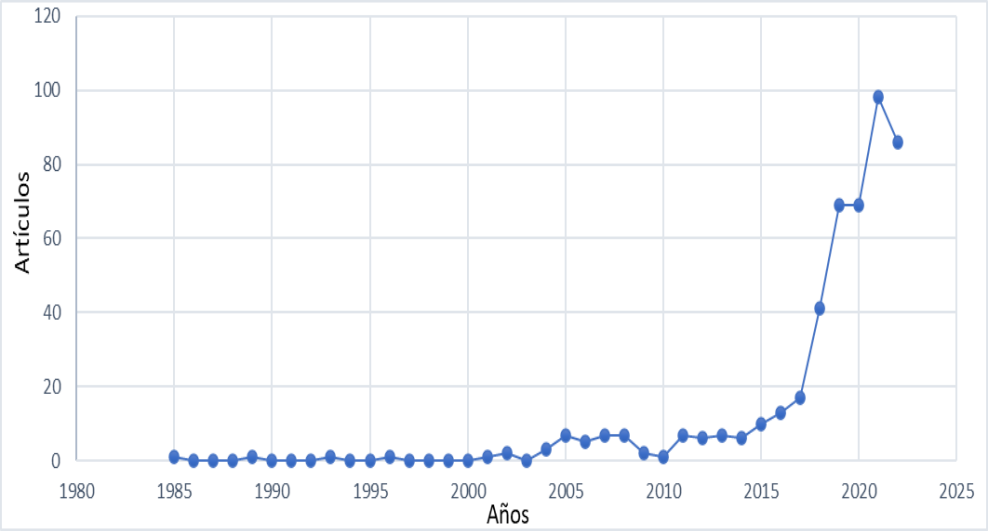


Figura 1 – Publicaciones relacionadas con inteligencia artificial, robótica y ética

Clúster	Palabras claves
Clúster 1 (rojo)	*Artificial intelligence*, augmented reality, autonomous vehicles, big data, blockchain, computer vision, Covid-19, deep learning, image analysis, industry 4.0, internet of things, machine learning, nonhuman, paradigm shifts, sustainable development, technology, telemedicine y virtual reality.
Clúster 2 (verde)	Accountability, diagnosis, education, ethical aspects, governance, intelligent systems, philosophical aspects, public policy, *robotics*, standards, training, prediction, transparency y trust.
Clúster 3 (azul)	Assistive technology, autonomy, employment, forecasting, health care, *human*, human experiment, justice, morals, perception, personnel, public health y simulation.
Clúster 4 (amarillo)	Computer science, disability, *economic ad social effects*, human rights, innovation, rehabilitation, risk assessment, safety engineering, social aspects y transhumanism.
Clúster 5 (morado)	Behavioral research, data privacy, decision making, information processing, machine design y *robots*.
Clúster 6 (celeste)	Congnition, consciousness, government, history, medicine, neuroscience y *psychology*.
Clúster 7 (anaranjado)	Brain computer interaction, informed consent, *laws and legislation*, physicians, practice guidelines, privacy y responsibility.

Tabla 1 – Palabras claves por clúster

En el clúster 1 las palabras claves utilizadas están relacionadas con el uso de la inteligencia artificial, su relación con otras tecnologías emergentes, el cambio de paradigma que plantea y como aliada del desarrollo sostenible.

Por su parte, el clúster 2 está relacionado con la robótica y las cuestiones éticas y filosóficas que se plantean, relacionados con la privacidad y seguridad para generar la confianza de las personas. Tener conocimiento de lo que hacen los sistemas basados en IA, mediante programas de formación, permite un mayor entendimiento para generar confianza.

El clúster 3 está relacionado con la moral y la justicia. Además de que la IA debe estar centrado en las personas y aspectos relacionados con la autonomía, el empleo y el cuidado de la salud.

El clúster 4 está relacionado con los efectos económicos y sociales, que conllevan la implementación de las tecnologías emergentes, como resultado de la innovación. Además de la necesidad de evaluar los riesgos que implican su implementación. Así mismo, está relacionado con el transhumanismo, cuyos pensadores estudian la relación beneficio-peligros de las tecnologías.

El clúster 5 está relacionado con los robots y el diseño de la máquina, el procesamiento de la información, la privacidad de los datos y la toma de decisiones.

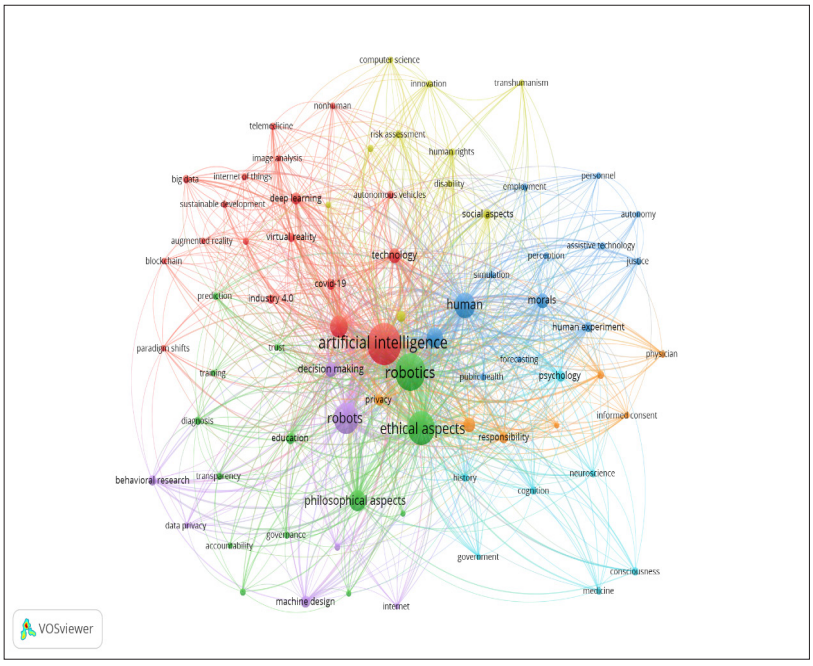


Figura 2 – Mapa de co-ocurrencia de palabras claves (frecuencia de palabras >3)

El clúster 6 está relacionado con IA y las diferentes especialidades tales como sicología, la neurociencia y medicina.

El clúster 7 está relacionado con el marco regulatorio necesario que garantice el uso de las tecnologías emergentes en beneficio de la humanidad. Así mismo, se resalta dos palabras relacionados con la privacidad y la responsabilidad.

Los rápidos avances en IA y robótica tendrán un profundo impacto en la sociedad, ya que interferirá con las personas y sus interacciones. Según Karnouskos (2022) los robots autónomos inteligentes interactuarán con todas las partes interesadas de la sociedad, de maneras aún no previstas.

Al analizar las tendencias de los estudios, en los últimos años surgen las tecnologías emergentes tales como internet de las cosas, big data, realidad virtual, realidad aumentada, blockchain, análisis de imágenes, predicción, cambio de paradigma, industria 4.0, covid-19, los aspectos sociales, evaluación de riesgos y formación. A diferencia de los años previos al año 2021, donde las palabras claves son relacionadas con sicología, neurociencia, consentimiento informado, pronóstico, internet, cognición y autonomía.

Cuando se analiza el mapa de coautoría por países (véase Figura 3) se observa que Estados Unidos y Reino Unido son los países con mayor productividad científica. Le siguen, en importancia, los países Francia, Italia, Australia y Canadá.

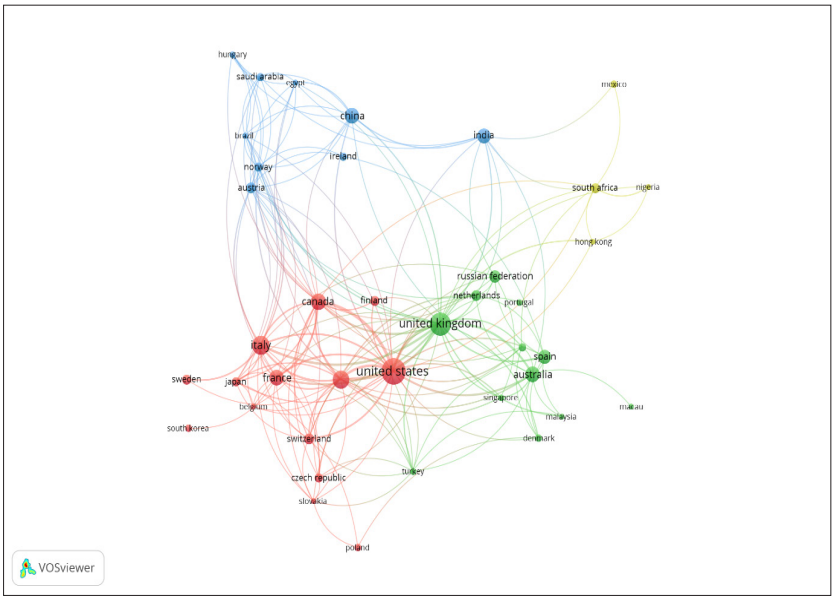


Figura 3 – Mapa de coautoria de países en IA, robótica y aspectos éticos

Con el propósito de contrastar los resultados de la revisión con la actitud positiva o negativa respecto de la IA y los robots, se utilizó la base de datos del CIS (2018). A continuación se presenta los resultados de la encuesta relacionados con (1) puntos de vista positivo o negativo sobre la IA y los robots, (2) puntos de vista sobre la IA, los robots y los puestos de trabajo y (3) puntos de vista sobre la IA, los robots y su utilidad en los puestos de trabajo que pueden poner en riesgo a las personas.

4.2. Punto de vista sobre la IA y los robots

Los resultados de la encuesta (CIS, 2018) para la Pregunta 17 *"En general, respecto a los robots y la inteligencia artificial, tiene Ud. un punto de vista Muy positivo, Positivo, Negativo o Muy negativo"* muestran que del total de encuestados, el 48.4 % tienen un punto de vista entre *Muy positivo y Positivo* respecto a los robots y la IA, el 24.8 % tienen un punto de vista entre *Negativo* y *Muy negativo*, mientras que el 22.8 % de los entrevistados respondieron *Ni positivo Ni negativo*.

4.3. IA y los Robots: Puestos de trabajo

Una de las preocupaciones relacionadas con el uso de los robots y la inteligencia artificial, es la sustitución de los puestos de trabajo. Al respecto, según los resultados publicados de la encuesta del CIS (CIS, 2018) en el año 2018, el 76.2 % de los encuestados respondieron estar entre *Muy de Acuerdo* y *Bastante de Acuerdo* en que desaparecerán más trabajos que los que se puedan crear nuevos, debido al empleo de los robots y de la IA.

La creencia de que los robots u otras tecnologías puedan reemplazar a las personas o la pérdida de puestos de empleo son tratados en la literatura científica. Para Ganascia (2018) la IA despierta temores de riesgos que están relacionados con la ética y uno de ellos es la escasez de trabajo debido a que las máquinas pueden ejecutar las actividades en vez de las personas, pero en realidad no constituyen una amenaza debido a que no tienen autonomía moral (p. 9). También se ha mencionado que un impacto de la inteligencia artificial y el robot es la delegación de labores en sistemas (Páez-Gabriunas et al., 2022), por lo que es importante que las personas tengan conocimiento y comprendan el alcance de la inteligencia artificial que puede ser utilizado para amplificar las capacidades humanas y no para reemplazarlas (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023).

4.3. IA y los Robots: Utilidad

Si bien un buen porcentaje de los entrevistados consideran que desaparecerán más trabajos de los que se crearán, debido al uso de robots e IA, un porcentaje de ellos consideran que estas tecnologías son útiles en caso de trabajos que pongan en riesgo a las personas. El 33.7 % de los encuestados respondieron estar *Muy de Acuerdo* y el 45.8 % están *Bastante de Acuerdo* en que los robots son necesarios para desarrollar trabajos peligrosos o duros para las personas. Estos porcentajes muestran la importancia que tiene el tomar en cuenta la relación beneficio-peligros, así como la evaluación de los riesgos que implican su implementación.

En cuanto al impacto social, el 19.0 % de los participantes respondieron estar *Muy de Acuerdo* y el 48.3 % estar *Bastante de Acuerdo,* en que los robots y la IA son buenos para la sociedad porque le ayuda en su trabajo o a realizar actividades diarias en casa. Sin embargo, un 20.7 % de los encuestados respondieron a la opción *Poco de acuerdo*. Aspectos como la falta de confianza en la IA, problemas en la privacidad y protección de datos o el desconocimiento de las características tecnológicas de la IA, pueden tener impacto en el punto de vista de los participantes.

Los resultados del análisis de los entrevistados sobre la creencia de que las tareas que desarrollan podrían ser efectuados por robots o por otras tecnologías en los próximos 15 años, muestran que solo un 5.3 % cree que *Si todas* las tareas serán realizadas por robots, el 14.1 % cree que *La mayor parte* de las tareas, el 33.1 % cree que *Si algunas veces*, el 37.4 % cree que ninguna tarea y un 8.1 % no ha trabajado.

Del total de entrevistados que tienen un punto de vista Positivo o Muy positivo hacia los robots e IA, que representan el 48.1 % del total de los entrevistados, se concentra en los que tienen la creencia de que las tareas serán realizadas *Algunas veces* y por los que opinan que las tareas *No* serán realizadas por los robots u otras tecnologías.

5. Conclusiones

Las tecnologías de información han demostrado ser un aliado estratégico de las organizaciones para mejorar los productos o servicios orientados a los clientes cada vez más exigentes. Tecnologías emergentes como la IA y la robótica han sido aplicados en diferentes áreas mostrando sus beneficios. El interés de la comunidad científica por estudiar aspectos éticos relacionado con la IA y los robots se ha incrementado en los últimos años, en especial en el periodo 2021-2022. A pesar de los beneficios que ofrecen estas tecnologías, surgen preocupaciones relacionadas con la pérdida de puestos de trabajo, aspectos éticos sobre su uso y de privacidad de datos. En este artículo se presenta un análisis de los resultados de la encuesta realizada por el CIS en el año 2018 sobre el punto de vista positivo o negativo de los robots y la IA. Los resultados de la investigación muestran que en su mayoría los encuestados tienen una moderada predisposición hacia los robots y la IA. Si bien la robótica y la IA pueden ser aplicadas en los diversos sectores para mejorar la productividad y competitividad de las organizaciones, a la vez, es necesario considerar los aspectos éticos, sociales, legales, en el uso de estas tecnologías para garantizar su uso adecuado y que este centrado en las personas. Como trabajo futuro se ampliará este estudio, utilizando la base de datos Web of Science, así también, se realizará un análisis predictivo sobre la actitud hacia los robots e IA.

Referencias

Auyelbek, M., Ybyraimzhanov, K., Andasbayev, E., Abdykerimova, E., & Turkmenbayev, A. (2022). Analysis of Studies in the Literature on Educational Robotics. *Journal of Turkish Science Education*, *19*(4), 1267-1290.

CIS (2018) Innovarómetro, https://www.cis.es/cis/opencm/ES/1_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14401.

Coombs, C., Stacey, P., Kawalek, P., Simeonova, B., Becker, J., Bergener, K., Carvalho, J., Fantinato, M., Garmann-Johnsen, N., Grimme, C., Stein, A., & Trautmann, H. (2021). What is it about humanity that we can't give away to intelligent machines? A European perspective. *International Journal of Information Management*, 58, 102311.

Flores-Vivar, J. M., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar,* 74, 37-47.

Ganascia, J. (2018). Inteligencia artificial: entre el mito y la realidad. *Inteligencia Artificial, promesas y amenazas. El correo de la UNESCO*, *3*, 07-09.

ITU (2021). *Tendencias de tecnologías emergentes 2021: inteligencia artificial y macrodatos para el desarrollo 4.0*. Unión Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra.

Karnouskos, S. (2022). Symbiosis with artificial intelligence via the prism of law, robots, and society. *Artificial Intelligence and Law*, 30(1), 93–115.

Khaliq, A., Waqas, A., Nisar, Q. A., Haider, S., & Asghar, Z. (2022). Application of AI and robotics in hospitality sector: A resource gain and resource loss perspective. *Technology in Society*, 68, 101807.

Koh, W. Q., Whelan, S., Heins, P., Casey, D., Toomey, E., & Droes, R. M. (2022). The Usability and Impact of a Low-Cost Pet Robot for Older Adults and People With Dementia: Qualitative Content Analysis of User Experiences and Perceptions on Consumer Websites. *JMIR Aging*, 5(1), 1–16.

Mbunge, E., Akinnuwesi, B., Fashoto, S. G., Metfula, A. S., & Mashwama, P. (2021). A critical review of emerging technologies for tackling COVID-19 pandemic. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(1), 25–39.

Omrani, N., Rivieccio, G., Fiore, U., Schiavone, F. & Agreda, S. G. (2022). To trust or not to trust? An assessment of trust in AI-based systems: Concerns, ethics and contexts. *Technological Forecasting and Social Change*, 181, 1-10.

Páez-Gabriunas, I., Sanabria, M., Gauthier-Umaña, V., Méndez-Romero, R. A., Rivera Virgüez, L. (2022). Transformación digital en las organizaciones. Editorial Universidad del Rosario.

Pietronudo, M., Croidieu, G., & Schiavone, F. (2022). A solution looking for problems? A systematic literature review of the rationalizing influence of artificial intelligence on decision-making in innovation management. *Technological Forecasting and Social Chang*e, 182, 1-19.

UNESCO (2021). R*ecommendations on the Ethics of Artificial Intelligence*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Van Dyk, R., & Van Belle, J. P. (2019). Factors influencing the intended adoption of digital transformation: a South African case study. In *2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS*) (pp. 519-528). IEEE.

Van, N., Waltman, L. (2010) Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics, 84*, 523–538.

Vrontis, D., Christofi, M., Pereira, V., Tarba, S., Makrides, A., & Trichina, E. (2022). Artificial intelligence, robotics, advanced technologies and human resource management: a systematic review. *The International Journal of Human Resource Management*, 33(6), 1237-1266.

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

Recebido/Submission: 26/11/2022
Aceitação/Acceptance: 06/02/2023

Interoperabilidad para el Gobierno Electrónico: Barreras

Sussy Bayona-Oré[1], Edward Oncoy[2]

sbayonao@hotmail.com; edwardoncoy@unmsm.edu.pe

[1] Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú

[2] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Pages: 615-623

Resumen: La interoperabilidad es la capacidad que tienen las organizaciones para intercambiar y utilizar efectivamente la información para desarrollar estrategias y lograr sus objetivos usando las tecnologías de información y comunicación (TIC). No obstante, existen barreras que imposibilitan la interoperabilidad de los sistemas de comunicación e información en el gobierno electrónico. En este artículo se presenta las principales barreras para la interoperabilidad del gobierno electrónico, las cuales se clasifican en organizativas, semánticas y técnicas. Las limitaciones de financiamiento, la inadecuada seguridad, la heterogeneidad semántica de datos y la heterogeneidad de plataformas tecnológicas constituyen barreras para la interoperabilidad. Conocer las barreras permitirá establecer estrategias para la adecuada implementación de servicios en línea.

Palabras-clave: Interoperabilidad; Administración Pública; e-servicios; Gobierno electrónico.

Interoperability for Electronic Government: Barriers

Abstract: Interoperability is the ability of organizations to effectively exchange and use information to develop strategies and achieve their objectives using information and communication technologies (ICTs). However, there are barriers that make interoperability of communication and information systems in e-government impossible. This article presents the main barriers to e-government interoperability, which are classified as organizational, semantic and technical. Funding limitations, inadequate security, semantic heterogeneity of data and heterogeneity of technological platforms are barriers to interoperability. An understanding of these barriers will make it possible to establish strategies for the implementation of e-services.

Keywords: Interoperability; Public Administration; e-services; e-Government.

1. Introducción

Las TIC (tecnologías de información y comunicaciones) permiten acercar los servicios que ofrecen las organizaciones públicas a los ciudadanos y a las empresas. Por eso, la interoperabilidad de los sistemas TIC constituye un facilitador para el éxito del gobierno electrónico (Othman & Razali, 2013).

La interoperabilidad en el desarrollo del gobierno electrónico es fundamental, ya que "permite asegurar que los sistemas de los distintos sectores sean capaces de intercomunicarse e intercambiar información" (BID, 2022, p. 182). Además, "Muchos gobiernos han desarrollado una arquitectura digital de todo el gobierno que ha mejorado la coordinación y ha asegurado la continuidad de operaciones en todo el sector público" (UN, 2022, p. 172).

Los países que lideran el gobierno electrónico tienen legislación o regulaciones especializadas relacionadas con el intercambio de datos, el acceso a la información y la interoperabilidad entre las instituciones públicas. La integración, el intercambio de información y la interoperabilidad permiten transformar a los gobiernos en "gobiernos inteligentes" que brindan servicios integrales con mayor rapidez y eficacia (Manda, 2017).

En el proceso de transformación digital de las organizaciones, la interoperabilidad es fundamental (Campmas et al., 2022) y su falta desfavorece el desarrollo de los servicios públicos. Dada su importancia, los países están consolidando sus arquitecturas para la interoperabilidad enfocada en orientar el uso de las TIC para maximizar sus beneficios (Hatem, 2018).

Sin embargo, la interoperabilidad es compleja en diversos aspectos, incluidos todas sus capas y su gobernanza (Kouroubali & Katehakis, 2019). Además, no necesariamente se relaciona con aspectos tecnológicos, sino que existen otros factores que deben considerarse (Morales & Bayona, 2019) como vencer las barreras culturales y legales (Campmas et al., 2022) y la relación entre los actores.

En este contexto, es necesario considerar las barreras de la interoperabilidad y brindar mayor atención a la interacción, convivencia y comunicación entre diferentes tecnologías y sistemas (Sheffer et al., 2014) para brindar servicios más eficientes a los ciudadanos mediante la integración y el intercambio efectivo de la información.

Entonces, este estudio tiene como objetivo determinar las barreras para la interoperabilidad en el gobierno electrónico, según la revisión de literatura.

El resto de este artículo está organizado como sigue: la sección 2 describe los conceptos de gobierno electrónico, interoperabilidad y sus dimensiones; la sección 3 presenta la metodología utilizada para determinar las barreras para la interoperabilidad y la sección 4 presenta las barreras para la interoperabilidad. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones.

2. Interoperabilidad en el Gobierno Electrónico

Esta sección describe aspectos teóricos del gobierno electrónico, la interoperabilidad y sus dimensiones.

2.1. Gobierno electrónico

El gobierno electrónico es un medio para mejorar los servicios públicos en los sectores gubernamentales (Olumoye & Govender, 2018). Existen varias definiciones de gobierno electrónico debido a que el concepto ha ido evolucionando (Morales & Bayona, 2018); no obstante, la mayoría incide en que mejora la transparencia, la rendición de cuentas, la eficiencia, la participación ciudadana y los servicios al ciudadano. Así mismo, los servicios al ciudadano están categorizados y responden a un apropiado modelo de madurez del gobierno electrónico (Oré & Lozada, 2017).

El intercambio de información, la interoperabilidad y la integración del gobierno electrónico son fundamentales para transformar los gobiernos en gobiernos inteligentes, que aprovechan el poder de la tecnología, los conocimientos sobre TIC y la innovación para prestar mejores servicios. Además, contar con una estructura de gobernanza para adoptar e institucionalizar decisiones fundamentales puede realizarse a través de un marco de políticas para temas técnicos y dominio específico (Buyle et al., 2019). En otros casos, la gobernanza corporativa distribuida y la propiedad de los datos son factores sistémicos que impiden a las instituciones compartir sus datos abiertamente entre sí debido a las preocupaciones por la privacidad, la seguridad y el valor económico.

2.2. Interoperabilidad y sus dimensiones

Se puede definir a la interoperabilidad "como la capacidad de dos o más sistemas para intercambiar información y usar la información que se ha intercambiado" (Jamoussi et al., 2017, p. 35). En el contexto del gobierno electrónico, la interoperabilidad representa las capacidades multidimensionales, complementarias y dinámicas necesarias para el intercambio de información entre las organizaciones (Pardo et al., 2012).

En el proceso de transformación digital de las organizaciones públicas se necesita infraestructura y herramientas tecnológicas. Entre los sistemas centrales y habilitadores se encuentran la identidad digital, firma digital, interoperabilidad y notificaciones electrónicas (BID, 2022).

Brindar mejores servicios a los ciudadanos requiere que los diversos sistemas de información, estándares y soluciones tecnológicas en las organizaciones gubernamentales consoliden su arquitectura tecnológica. En el proceso de digitalización del sector público, un habilitador clave es la interoperabilidad, que incluye procesos importantes como el intercambio de datos entre las diversas organizaciones gubernamentales, el intercambio de significado y el acuerdo de procesos.

Igualmente, la interoperabilidad es un proceso complejo (Jamoussi et al., 2017) que se relaciona con el modelado de negocios, la arquitectura de la información, sistemas, procesos, datos, etc. de las organizaciones que desean intercambiar información y cooperar, a pesar de tener estructuras y procesos internos diferentes. Intercambiar información, integrar los procesos e interoperar entre sistemas son tareas complejas dentro de las fronteras nacionales, pero se complican más cuando superan estos los límites.

Así mismo, se debe tener en cuenta que la implementación exitosa de la "interoperabilidad del gobierno electrónico depende en gran medida de la buena voluntad y el compromiso político al más alto nivel" (Suchaiya & Keretho, 2014).

2.3. Dimensiones de la interoperabilidad

En el caso del "Marco Europeo de Interoperabilidad se contempla cuatro dimensiones de la interoperabilidad: Legal o jurídica, Organizativa, Semántica y Técnica" (Naser, 2021, p. 37). En esta sección se describirá tres de las cuatro dimensiones.

La interoperabilidad organizativa está asociada con la coordinación y la alineación de los procesos organizacionales y las arquitecturas de la información. Así mismo, trata de la colaboración de empresas y administraciones que deseen intercambiar información y cooperar a pesar de tener estructuras y procesos internos diferentes (Hatem, 2018, p. 32). Además, se ubica en el nivel superior, porque no puede ocurrir sin el intercambio de significado y el intercambio de información que respaldan la comunicación (Novakouski & Lewis, 2012).

La interoperabilidad semántica está relacionada con la capacidad de los sistemas para el intercambio de significado (Novakouski & Lewis, 2012) y está por encima del técnico. Buyle et al. (2019) considera que la interoperabilidad semántica se relaciona con el significado de los elementos de datos. Dado que los sistemas de información interorganizacionales solo funcionan cuando se comunican con otros sistemas e interactúan con las personas, incluye el desarrollo de vocabularios para describir el intercambio de datos y garantiza que los elementos de los datos sean entendidos de la misma manera por las partes.

La interoperabilidad técnica es la dimensión que está relacionada con el intercambio de datos (Novakouski & Lewis, 2012), mediante la conexión de sistemas como base de toda comunicación. Se centra a menudo en los protocolos de comunicación y en la infraestructura requerida para que esos protocolos funcionen (Kouroubali & Katehakis, 2019). También se refiere a la arquitectura de las tecnologías, instrumentos, normas y políticas promulgadas para permitir la armonización, el uso y el intercambio de la información y los servicios digitales.

3. Metodología

Con el fin de determinar las barreras para la interoperabilidad se realizó una revisión de literatura. Se utilizó la base de datos Scopus y los términos relacionados con la interoperabilidad, gobierno electrónico y barreras. La cadena de búsqueda utilizada para identificar los artículos fue: *(TITLE-ABS-KEY (interoperability) AND TITLE-ABS-KEY (e-government OR "electronic governance" OR e-gob) AND TITLE-ABS-KEY (barrier))*.

Los criterios de inclusión fueron: (1) artículos publicados en el periodo 2010-2022 y (2) artículos que traten las barreras para la interoperabilidad. Además, estos datos se examinaron e interpretaron mediante el análisis del contenido para determinar las barreras para la interoperabilidad.

4. Resultados

La interoperabilidad requiere planificación y la aplicación de estrategias. Por un lado, la planificación estratégica establece la visión y dirección para alcanzar los objetivos de la organización, lo que implica tres factores no técnicos: políticos, normativos y jurídicos.

Por otro, la aplicación se orienta al desarrollo de la interoperabilidad que implica la organización, las normas y los factores técnicos.

También se refiere a las partes interesadas y responsables en los niveles de gestión y funcionamiento, además de los ciudadanos y las empresas que utilizan los sistemas de gestión pública electrónica. La falta de interoperabilidad e integración ha sido identificada como una de las barreras en la transformación del servicio público (Manda, 2017). A continuación, se describe las barreras identificadas mediante la revisión de literatura.

4.1. Barreras organizativas

Las barreras organizativas se relacionan con la disponibilidad de los servicios, la accesibilidad y están centrados en el usuario (Naser, 2021). Es necesario considerar que todo proyecto de interoperabilidad requiere de presupuesto, que existan procesos y procedimientos adecuados, personal capacitado con habilidades y conocimientos, liderazgo y aspectos de seguridad, entre otros. En la Tabla 1 se presenta las barreras organizativas identificadas en la revisión de literatura.

Barreras	Descripción
Limitaciones de financiamiento	Todo proyecto de interoperabilidad requiere un presupuesto; además, los costos de su implementación no deben excederlo (Navarrete et al., 2010), ya que un proceso de integración de los sistemas puede ser costoso (Hardt et al., 2017). Las limitaciones presupuestarias inesperadas imponen una presión adicional a los proyectos de intercambio de información, convirtiéndolas en un factor que impide la interoperabilidad de los sistemas (Nam & Pardo, 2014). Los recursos limitados se consideran un desafío potencial (Kalvet et al., 2018), por tal motivo, los recortes presupuestarios significan la reducción o el aplazamiento de elementos claves.
Problema de procesos institucionales	La mayor parte de entidades funcionan independientemente y tienen información y procesos propios. La falta de disposición a la cooperación y colaboración entre las áreas es un problema que se presenta en las iniciativas de integración de la información y en la integración de los procesos (Navarrete et al., 2010). Para lograr la interoperabilidad organizativa es necesario coordinar los procesos organizacionales de las entidades cooperantes, definir los pasos y mensajes de sincronización y definir los mecanismos de coordinación y colaboración de los procesos interorganizativos (Vernadat, 2010).
Problemas de cultura organizativa	Las organizaciones desempeñan un rol de liderazgo en el servicio al cliente. Este se expande a todo el gobierno de la ciudad y debe ajustarse a las relaciones de la estructura burocrática y otros departamentos tradicionales (Nam & Pardo, 2014). En este sentido, el conflicto cultural con otros departamentos se considera un desafío organizativo.Es necesario abordar la cuestión cultural subyacente de compartir la información a diferentes proveedores (Kouroubali & Katehakis, 2019). Los factores culturales fueron incluir la resistencia al cambio tecnológico (Campmas et al., 2022).
Compromiso de Liderazgo	El liderazgo proporciona la dirección estratégica y pone en marcha regulaciones, estructuras y normas que moldean el comportamiento de las organizaciones de la forma deseada (Manda, 2017). La falta de compromiso en el liderazgo es considerada como una barrera para la implementación exitosa de iniciativas de gobierno electrónico (Olumoye & Govender, 2018).

Barreras	Descripción
Soporte legal	Las leyes y las regulaciones deben ser identificadas, revisadas y ajustadas cuidadosamente para garantizar un entorno legalmente propicio para los esfuerzos de interoperabilidad del gobierno electrónico. La legislación y las políticas permiten a los gobiernos poner en marcha recursos de gobernanza (Manda, 2017). La falta de soporte legal es considerada una barrera en la implementación del e-gobierno (Olumoye & Govender, 2018). Las principales responsabilidades del soporte legal se relacionan con garantizar la transferencia de datos y la protección de datos personales (Kalvet et al., 2018).
Falta de políticas y procedimientos adecuados	Fijar políticas o el compromiso político son factores importantes que pueden impulsar o inhibir la voluntad de invertir en soluciones (Kalvet et al, 2018). Los marcos de interoperabilidad de gobierno electrónico describen la forma en que las organizaciones acuerdan interactuar y en cómo deberían utilizarse las normas, políticas y directrices como forma de lograr la interoperabilidad en todos los sectores públicos.
Falta de personal capacitado en la organización	Contar con personal capacitado se considera un desafío (Nam & Pardo, 2014). Las habilidades básicas son más fáciles de entrenar, pero aun así constituyen un desafío. La mayoría de las entidades dependen de un personal local debidamente capacitado y la contratación de consultores externos para desarrollar sus proyectos de gobierno electrónico. La interoperabilidad requiere de recursos humanos capacitados (Hardt et al., 2017). La falta de recursos humanos y habilidades representa un desafío para la interoperabilidad (Kalvet et al., 2018).
Inadecuada Seguridad y protección de la privacidad	La seguridad es un factor muy importante para la disponibilidad del servicio electrónico y un desafío para el intercambio de información (Campmas et al., 2022). Los factores clave para establecer una adecuada seguridad de la información son la concienciación, el apoyo de los líderes y el cumplimiento regular. De no haberlos se imposibilita la confianza para compartir información entre instituciones.

Tabla 1 – Barreras organizativas

4.2. Barreras semánticas

Las barreras semánticas se relacionan con el formato y el significado exacto de la información intercambiada, es decir, "el significado de los elementos de datos y la relación entre ellos" (Naser, 2021, p. 48). Por eso, es necesario considerar a los datos y la información como un bien público. La falta de datos estandarizados, terminologías o diferentes interpretaciones constituyen barreras para la interoperabilidad. En la Tabla 2 se presenta las barreras semánticas identificadas en la revisión de literatura.

Barreras	Descripción
Falta de protocolos, plataformas y normas de datos estandarizados	La interoperabilidad requiere de formato de datos estandarizados que todos los sistemas puedan seguir e intercambiar de manera significativa (Hardt et al., 2017). La interoperabilidad requiere especificaciones técnicas oficiales y normas ampliamente aceptadas y utilizadas.
Heterogeneidad semántica de datos	El intercambio de datos semánticos se enfoca en la adecuada interpretación de la información intercambiada que permite a las organizaciones obtener el máximo beneficio de los sistemas de TIC para apoyar la gestión del flujo (Buyle et al., 2019). La heterogeneidad semántica de datos se presenta cuando se identifica diferentes interpretaciones de los mismos conceptos.

Tabla 2 – Barreras semánticas

4.3. Barreras técnicas

Las barreras técnicas se relacionan con "las aplicaciones e infraestructuras que conectan sistemas y servicios" (Naser, 2021, p. 48). Entre las barreras técnicas se encuentran la heterogeneidad de plataformas tecnológicas, incompatibilidad de los sistemas, infraestructura deficiente y obsoleta, entre otras. En la Tabla 3 se presenta las barreras técnicas identificadas en la revisión de literatura.

Barreras	Descripción
Heterogeneidad de plataformas tecnológicas, redes y sistemas de información	La incompatibilidad de la infraestructura de TIC se considera una barrera para la interoperabilidad (Campmas et al., 2022), porque afecta la interconexión de redes, que es necesaria para el intercambio de información para abrir nuevos canales para la prestación de servicios (Naser et al., 2017). Además, las plataformas basadas en sistemas operativos obsoletos pueden plantear incompatibilidad (Hardt et al., 2017). Vernadat (2010) señala que la heterogeneidad de plataformas constituye un reto tecnológico. Otras barreras mencionadas son las diferencias en el modelo de datos, gestores de datos y la calidad de los datos (Kalvet et al., 2018).
Incompatibilidades entre los sistemas	Es necesario asegurar la compatibilidad con las soluciones técnicas existentes a nivel nacional y a nivel organizacional (Kalvet et al., 2018). Los sistemas antiguos o los sistemas personalizados pueden plantear problemas para la interoperabilidad (Hard, 2017). La integración de información e interoperabilidad puede crecer en complejidad cuando las organizaciones tienen diferentes plataformas tecnológicas, redes y sistemas de información (Navarrete et al., 2010).
Infraestructura deficiente y obsoleta	El estado deficiente de la infraestructura de comunicación e información es una barrera para la interoperabilidad (Manda, 2017). Una tecnología clave para la conectividad digital es la conectividad de banda ancha, sin la cual la interoperabilidad y la integración de los sistemas se ven comprometidas.

Tabla 3 – Barreras técnicas

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

La interoperabilidad es un factor clave en el gobierno electrónico. Para que los sistemas sean verdaderamente interoperables, deben tener la capacidad de compartir datos utilizando un formato de datos común y la capacidad de interpretar y comprender esos datos compartidos con un significado común. En este artículo se describe las principales barreras para la interoperabilidad según la revisión de literatura. Las barreras identificadas en la interoperabilidad organizacional son las limitaciones de financiamiento, problemas de procesos institucionales, soporte legal, cultura organizacional, liderazgo, carencia de políticas y procedimientos y aspectos relacionados con la seguridad. En la interoperabilidad semántica las barreras son la falta de protocolos, normas estandarizadas y la heterogeneidad semántica de datos. Finalmente, la heterogeneidad de plataformas tecnológicas, redes y sistemas de información, incompatibilidad entre los sistemas e infraestructura deficiente constituyen barreras técnicas. Como trabajo futuro se plantea desarrollar un modelo para determinar la influencia de las barreras para la interoperabilidad de los sistemas de información y comunicación en el gobierno electrónico.

Referencias

BID (2022). Guía de transformación digital del gobierno. Banco Interamericano de Desarrollo, Nueva York.

Buyle, R., Vanlishout, Z., Coetzee, S., De Paepe, D., Van Compernolle, M., Thijs, G., Van, B., De Vocht, L., Mechant, P., De Vidts, B., & Mannens, E. (2019). Raising interoperability among base registries: The evolution of the linked base registry for addresses in Flanders. *Journal of Web Semantics,* 55, 86-101.

Campmas, A., Iacob, N., & Simonelli, F. (2022). How can interoperability stimulate the use of digital public services? An analysis of national interoperability frameworks and e-Government in the European Union. *Data & Policy*, 4, E19.

Hardt, M. J., Flett, K., y Howell, C. J. (2017). Current barriers to large-scale interoperability of traceability technology in the seafood sector. *Journal of food science*, 82(S1), A3-A12.

Hatem, B. (2018). Organisational structure for the e-government coordination and interoperability framework: a case study of Tunisia. *Electronic Government*, 14(1), 51–77.

Jamoussi, Y., Al-Khanjari, Z., & Kraiem, N. (2017). A Guidance Based Approach for Enhancing the e-Government Interoperability. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 41(1), 35-56.

Kalvet, T., Toots, M., & Krimmer, R. (2018). Contributing to a digital single market for Europe. In *Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research Governance in the Data Age*, (pp. 1-8). ACM.

Kouroubali, A., & Katehakis, D. (2019). The new European interoperability framework as a facilitator of digital transformation for citizen empowerment. *Journal of biomedical informatics*, 94, 103166.

Manda, M. (2017). Towards “Smart Governance” through a multidisciplinary approach to E-government integration, interoperability and information sharing: A case of the LMIP project in South Africa. In *International Conference on Electronic Government* (pp. 36-44). Springer, Cham.

Morales, V., & Bayona, S. (2018). Determining Aspects in the Development of Municipal e-Government. In 2018 *International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)* (pp. 158-165). IEEE.

Morales, V., & Bayona, S. (2019). Factores críticos de éxito en el desarrollo de e-gobierno: revisión sistemática de la literatura. *Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, (E23), 233-247.

Nam, T., & Pardo, T. (2014). Understanding Municipal Service Integration: An Exploratory Study of 311 Contact Centers. *Journal of Urban Technology*, 21(1), 57–78.

Naser, A. (2021). Gobernanza digital e interoperabilidad gubernamental: una guía para su implementación. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47018/S2100258_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Naser, S., Khairol, I., Che, T., Denisa, A., Mat, R., & Mohamad, I. (2017). Semantic, technical, e-government information systems interoperability and the moderating effect of IT capability among ministries in Jordan. *International Journal of Economic Research,* 14(19), 403-415.

Navarrete, C., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Pardo, T. A., & Scholl, J. (2010). Multinational e-government collaboration, information sharing, and interoperability: An integrative model. In *2010 43rd Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 1-10). IEEE.

Novakouski, M., & Lewis, G. (2012). Interoperability in the E-Government Context. SEI, Carnegie Mellon University. https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=9869.

Olumoye, M., & Govender, I. (2018). An empirical investigation of factors influencing integrated e-Government implementation in Nigeria: A case of housing and urban development agency. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 84(1), e12012.

Oré, S. B., & Lozada, V. M. (2017). Maturity model for local E-Government: A case study. In *Proceedings of the 8th International Conference on Computer Modeling and Simulation* (pp. 78-83). ACM.

Othman, M., & Razali, R. (2013). Key contributing factors towards successful Electronic Government systems interoperability. In *2013 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS)* (pp. 302-307). IEEE.

Pardo, T., Nam, T., & Burke, G. (2012). E-government interoperability: Interaction of policy, management, and technology dimensions. *Social Science Computer Review*, 30(1), 7-23.

Sheffer, A., de Assis, Moreira, L. & Pizzigati, L. (2014). A fuzzy rule-based system to assess e-government technical interoperability maturity level. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 8(3), 335–356.

Suchaiya, S., & Keretho, S. (2014). Analyzing national e-Government interoperability frameworks: A case of Thailand. In *Ninth International Conference on Digital Information Management (ICDIM 2014)* (pp. 51-56). IEEE.

UN (2022). E-Government Survey 2022: The Future of Digital Government. Naciones Unidas, New York.

Vernadat, F. (2010). Technical, semantic and organizational issues of enterprise interoperability and networking. *Annual Reviews in Control,* 34(1), 139-144.

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

Recebido/Submission: 23/12/2022
Aceitação/Acceptance: 31/03/2023

Agenda de investigación para la gestión de los conocimientos en los entes regionales

Robert Laurini

Robert.Laurini@liris.cnrs.fr

KSI, USA, and University of Lyon, France

Pages: 624-637

Resumen: La tecnología de gestión del conocimiento es ahora omnipresente en muchas empresas, pero es mucho menos común entre las autoridadeslocales. Tras una "reunión de intercambio de ideas" celebrada en Lyon, Francia, sobre la gestión de los conocimientos para la planificación y formulación de políticas regionales, se formuló una propuesta para establecer un programa de investigación para el desarrollo futuro de este tema. La principal dificultad que identificamos es que el conocimiento regional abarca temas que van más allá de los negocios, especialmente aquellos relacionados con la sostenibilidad a largo plazo. El objetivo de este documento aclarar las definiciones y los límites adecuados de los conocimientos y la tecnología regionales.

Palabras-clave: Planificación regional; Gestión del Conocimiento, Representación del Conocimiento; Agenda de Investigación.

A Research Agenda for Knowledge Management in Regional Authorities

Abstract: Knowledge management technology is now ubiquitous in many businesses, yet it is much less common among local authorities. Following a "brainstorm meeting" in Lyon, France, on knowledge management for regional planning and policymaking, a proposal was developed to set up a research agenda for future development of this topic. The main difficulty we identified is that regional knowledge encompasses may topics beyond businessissues, especially those related to long-term sustainability. The goal of this paper is to clarify the proper definitions and boundaries of regional knowledgeand technology.

Keywords: Regional Planning; Knowledge Management, Knowledge Representation, Knowledge Engineering; Research Agenda.

1. Introducción

Mientras que la gestión del conocimiento es cada vez más común en las empresas, se han llevado a cabo pocas acciones de investigación para extender esta tecnología a las

autoridades locales, a excepción de las llamadas "ciudades inteligentes". Después de una rápida encuesta, ya que prácticamente no se han realizado trabajos en este sentido para las autoridades regionales, se organizó un brainstorm workshop en Lyon, Francia, el 21 de octubre de 2021 y se reagruparon 18 expertos procedentes esencialmente de Europa: a cada experto se le pidió que desarrollara sus últimos trabajos e ideas sobre la gestión del conocimiento a nivel regional, y al final se escribió una agenda de investigación. Esos trabajos constituirán un libro publicado por Springer y titulado "*Knowledge Management for Regional Policymaking*" (Laurini et al. 2023).

El objetivo de este trabajo es presentar rápidamente algunos aspectos informáticos de esta agenda de investigación sabiendo que otros aspectos se han investigado másа nivel de ciencias políticas. La agenda completa se encuentra en (Laurini et al. 2022).

2. Preparar el escenario

A fin de mejorar la calidad de vida humana, ahora parece primordial aprovechar el éxito de la representación y la gestión del conocimiento en ámbitos como las empresas, y aplicar esta experiencia a nivel regional para la administración y la formulación de políticas. Especialmente dos nuevas direcciones han cambiado el escenario de la gestión regional del conocimiento, a saber. la amplia difusión de la introducción y el uso de la tecnología digital y la ciencia de los datos y la creciente necesidad de participación ciudadana en la planificación regional y urbana. Lainformática espacial está claramente más desarrollada en el ámbito de las ciudades inteligentes. De hecho, si bien hay muchas obras y aplicaciones relativas a las ciudades inteligentes (Caragliu et al., 2011; Albino et al. 2015; Bibri and Krogstie, 2017; Laurini, 2017; Voda and Radu, 2018; Chang et al. 2018; Giffinger and Haindlmaier, 2018; Komninos and Kakderi, 2019; Kirwan and Zhiyong, 2020;Kourtit, 2021; Nijkamp and Kourtit, 2022), muy poco se ha hecho aparentemente para las regiones (Greco y Cresta 2017). En este artículo, nos centraremos en los aspectos regionales olvidados de la gestión de la información.

2.1. Objetivos

En la era de una sociedad basada en la información avanzada (incluidos los sistemas regionales) y la formulación de políticas basadas en la evidencia, el uso de

datos es esencial, especialmente en la economía digital moderna (véase, p. ej., White 2019). No obstante, la política regional adolece de graves deficiencias. Para colmar esta laguna, deben superarse tres obstáculos:

- La barrera inicial es: "¿cuáles son los límites de la región?"

  Existe una gran cantidad de información sobre los conceptos regionales, pero en relación con los datos estadísticos existe una gran heterogeneidad que dificulta una evaluación y comparación coherentes del desarrollo regional a lo largo del tiempo.
- La segunda barrera se refiere a la aceptabilidad de las autoridades locales a cargo de la gobernanza regional; es decir, deben ponerse en una condición para

comprender y confiar en las técnicas de Inteligencia Artificial para ayudarles a tomar decisiones a nivel regional, lo que significa – además de definir enfoques de IA transparentes y explicables – también ayudar a las autoridades regionales, a los responsables de la toma de decisiones y a las partes interesadas a apropiarse de esas nuevas herramientas. Esto debe hacerse sin olvidar la participación pública yel empoderamiento de los ciudadanos, cuyo uso potencial debe someterse a lagarantía y evaluación de la calidad. Esto plantea la cuestión del lapso de tiempo entre la producción instantánea de datos, información y conocimiento resultante de la Inteligencia Artificial y el plazo más largo de la decisión política resultante de los sistemas democráticos existentes. También plantea la cuestión de la falta de conocimiento de la Inteligencia Artificial y su lugar en relación con la inteligencia colectiva.

- La barrera final es desde el punto de vista de la computación. Observamos que uno de los principales obstáculos es la representación del espacio y el tiempo; su lógica – que es la principal herramienta matemática para codificar el conocimiento – presenta algunas dificultades de barrios con otros dominios necesarios para ser incluidos en el razonamiento regional: esos dominios matemáticos van desde la topología y la geometría computacional hasta la investigación de operaciones, desde lógicas no clásicas como la lógica predeterminada, temporal y difusa hasta excepciones de modelos, tiempo y conocimiento impreciso y vago, y razonamiento basado en gráficos, entre otros. Hay que añadir que la adquisición y el manejo de conocimiento no es solo una actividad de software, sino también una actividad de socio-ware basada en el intercambio de comunicación y experiencias de aprendizaje entre expertos y usuarios.

2.3. Significado y origen de los conocimientos regionales

El conocimiento no tiene sentido en sí mismo, pero deriva su valor de su uso en la práctica. Para una región, el conocimiento corresponde a información potencialmente útil para abordar las preocupaciones ya expresadas

- explicar y hacer comprensible su dinámica interna, así como sus interacciones conotras regiones adyacentes en el mismo o países vecinos;
- gestionar una región por parte de algunas autoridades locales, p.ej. mediante algún sistema de apoyo a la toma de decisiones, en el espíritu de la inteligencia territorial;
- supervisar su desarrollo diario mediante la retroalimentación y la adaptación;
- simular el futuro y diseñar nuevos proyectos;
- orientar acciones para el futuro.

Es importante recordar que el conocimiento regional es esencialmentemultidisciplinario y multisectorial et se refiere a los siguientes ámbitos: los transportes, la economía, la agricultura, la organización de la salud, y de la educación, las actividades recreativas, el turismo, la cultura, el folclore, los recursosnaturales, los biotopos, las infraestructuras, la mitigación de inundaciones y de otros peligros, etc.

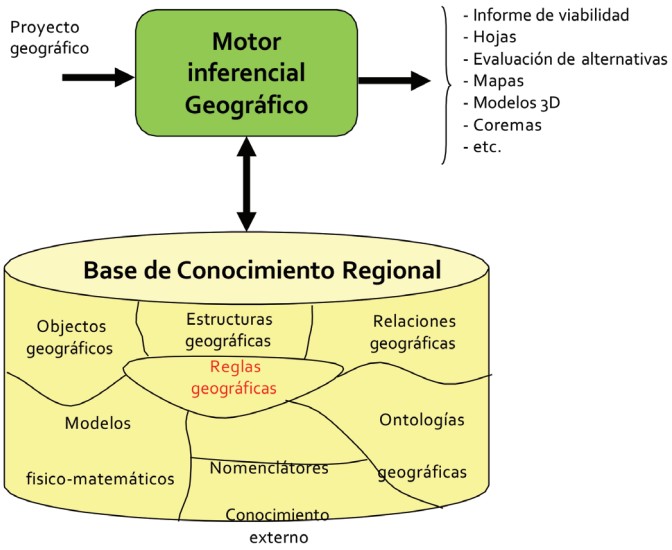


Figura 1 – Ejemplo de estructura de un sistema de conocimiento geográfico para los entes regionales (Laurini, 2017).

En la Figura 1, es presentada la estructura de una base de conocimientos regionales con su motor inferencial. La base de conocimiento incluye los objectos geográficos (con su nombre, su geometría), la relaciones entre les objectos (esencialmentetopológicas), una ontología describiendo los tipos de los objectos, las reglas, los nomenclátores, los modelos fisicomatemáticos y los conocimientos externos. Las salidas del motor inferencial pueden ser informes, mapas, coremas (comoresúmenes visuales), etc.

Para ilustrar las reglas, tomemos el ejemplo siguiente «está prohibido construir un edificio a menos de tres kilómetros del centro de un volcán». Para codificar esta regla, es necesario determinar la zona prohibida (aquí un círculo) y comprobar si el edificio está en la zona prohibida (Laurini, 2019).

$$\forall V \in Volcan, \forall E \in Projecto, \exists\ Zona\_prohibida \in Terr,$$
$$Tipo\ (E) = \text{“}Edificio\text{”}$$
$$Geom\ (Zona\_prohibida) = Circulo\ (Centro\ (Geom(V), 3000)$$
$$:$$
$$Contains\ (Geom\ (Zona\text{-}prohibida)), Geom\ (E))$$
$$\Rightarrow$$
$$Prohibir\ (E)\ \blacksquare$$

¿Por qué es difícil representar los conocimientos regionales? La existencia de varios niveles de gobernanza y decisión (estado, región, ciudad, etc.) implica diferentes conjuntos de conocimientos, posiblemente desde discrepancias en las opiniones hasta contradicciones potenciales o reales. Además, mientras que en la inteligencia de negocios, el conocimiento se representa en general con la lógica, nos enfrentamos a la dificultad de representar el espacio: este no más razonamiento lógico, sino también el razonamiento geométrico.

El conocimiento regional es esencialmente multidisciplinario y multisectorial, ya que afecta a varios ámbitos como el transporte, la economía, la agricultura, la organización de la salud, las actividades recreativas, el turismo, la cultura, el folclore, la educación, los recursos naturales, los biotopos, las infraestructuras, Las inundaciones y la mitigación de riesgos, etc. Además, los trozos de conocimiento y los paquetes provienen de varias fuentes; entre ellas podemos mencionar:

- documentos escritos como libros, informes de expertos, documentos jurídicos, etc.;
- cartografía histórica, mapas e imágenes, incluidas imágenes de satélite, fotografías aéreas y, más recientemente, fotografías y vídeos de drones;
- minería de datos y texto desde varios repositorios de big data y flujos de datos;
- conocimientos procedentes de expertos, personas, diversas partes interesadas, activistas, asociaciones, etc. como testigos o participantes que registran su contribución en diversos formatos, como formularios, vídeos, audio;
- extracción de datos y textos de diversos repositorios de macrodatos y flujos de datos (por ejemplo, análisis de mensajes de Twitter para obtener información reciente sobre eventos);
- datos del Internet de los objetos de teléfonos celulares, conexiones wifi y sensores *in situ* para el monitoreo de la contaminación climática y atmosférica, y para el monitoreo del tráfico a bordo del transporte público y los automóviles;
- componentes específicos del conocimiento recopilados para las ciudades inteligentes;
- datos de redes sociales, en muchas formas (a menudo no organizadas);
- etc.

No hace falta decir que la fusión de todos esos aspectos es realmente un gran desafío para cualquier científico de datos espaciales y requiere experiencia profesional. Por último, observamos que la información debe ser funcional en un contexto de sostenibilidad más amplio.

Es obvio que hay una fertilización cruzada o un círculo virtuoso entre la investigación y la práctica (Figura 2a). Pero en realidad, la investigación sobre la formulación de políticas y la planificación regionales no está aislada, y la investigación y la práctica llevadas a cabo en otros lugares pueden inspirar nuestras preocupaciones, y viceversa, nuestras preocupaciones pueden influir en otros ámbitos (Figura 2b).

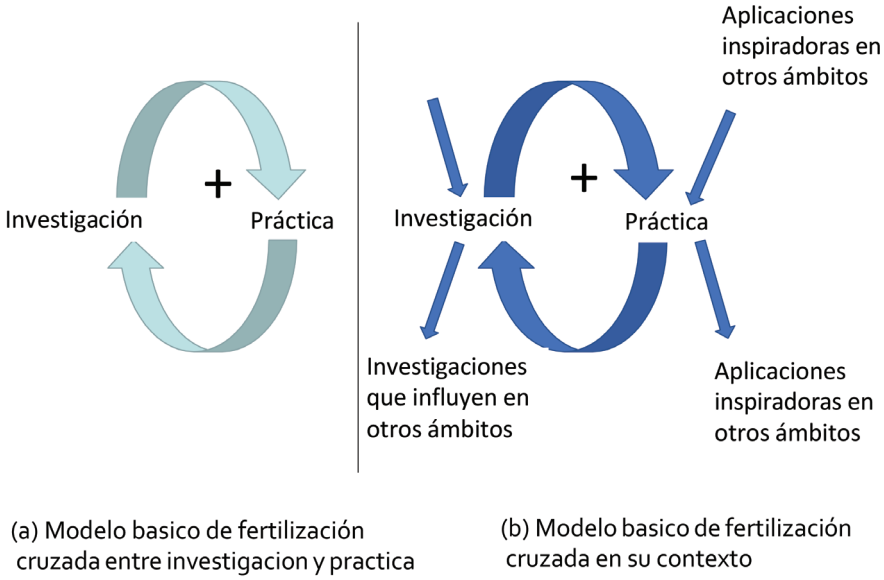


Figura 2 – Relaciones entre investigaciones y prácticas. (a) modelo clásico de fertilización cruzada. (b) modelo con influenzas externas.

3. Revelar las características del conocimiento regional

Comenzamos nuestro esfuerzo con una advertencia: tenemos que reconocer el impacto específico del lugar del contexto espacial, tales como: diversidad de paisajes, biotopos, cultura y tradición, organizaciones urbanas, grupos regionales de interesados, etc.; para que un trozo de conocimiento que está bien en un lugar dado, puede estar mal en otro lugar. Y por lo tanto, todos los aspectos relevantes deben ser examinados cuidadosamente en su propio contexto.

La presente sección se dedica a descubrir las múltiples dimensiones del conocimiento que son una condición sine qua non para una planificación regional eficaz y eficiente.

Prolegómenos del conocimiento regional:

- Conocimiento espacio, que lleva a mezclar la lógica y la geometría computacional (Laurini 2019),
- Conocimiento temporal, variando de segundas (sensores) a eras geológicas,
- Conocimientos y reglas difusas, nomenclátores y lugares con geometrías difusas como las cumbres más altas de los Andes (Verstraete et al. 2007),

- Ontologías regionales,
- Superación de las reglas, porqué una regla local puede ser mas importantede la regla general (Duchateau-Favetta 2022),
- Escalabilidad del conocimiento regional.

Las dimensiones espacial y temporal del conocimiento:

- Efectos en las fronteras, influencias de las regiones vecinas (Laurini-Favetta 2017),
- Fenómenos naturales continuos, por ejemplo, las inundaciones,
- Conocimiento incorporado localmente, interoperabilidad entre varios niveles de administración (Rinaldi 2020),
- Reglas anteriores y reglas actuales, por ejemplo los viejos edificios,
- Desde el análisis de datos urbanos al análisis de datos regionales

Explotación de estos conocimientos

- Conocimiento de retroalimentación (Laurini, 2022), por ejemplo para la mitigación de los riesgos naturales (Oktari et al. 2020),
- Calidad de todos los tipos de conocimientos,
- Visualización e intercambio de conocimientos, como los coremas que son resúmenes visuales de un territorio (Del Fatto et al. 2007),
- Paneles de control para monitorización en tiempo real,
- Razonamiento basado en casos concretos (See Anthony, 2022),
- Continuidad transfronteriza de los conocimientos regionales,
- Integración de conocimientos regionales transfronterizos,
- Motores de inferencia dedicados y razonamiento,
- Transparencia y explicabilidad,
- Extracción de conocimientos y reglas desde los documentos escritos,
- Conocimientos regionales y vínculos con la infraestructura de datos,
- Indización de los conocimientos regionales,
- Conservación de los conocimientos y eliminación de los “conocimientos falsos”.

La segunda parte concierna la gobernanza y toma de decisiones basadas en la gestión del conocimiento con los aspectos siguientes:

Aspectos formales y de procedimiento

- Gobernanza con conocimientos - privacidad, confidencialidad, propiedad,
- Jurisdicción e inicio de las reglas,

Aspectos de uso

- Combinación de la inteligencia colectiva basada en la IA y la inteligenciadel conocimiento Mulgan 2018),
- Formación de equipos de profesionales,
- Empoderamiento de los ciudadanos (Eisfeld 2019),

Aspectos de adquisición de conocimientos

- Normas de la decisión,
- Lecciones aprendidas de proyectos aceptados y abandonados,
- Gemelos digitales para regiones (Deren et al. 2021).

Aspectos del resultado del conocimiento

- Efectos fronterizos, resultados inesperados,
- Utilización del conocimiento para impulsar la economía/innovación (Fritsch-Wyrwich 2018, Qian 2018),
- Costo de la aplicación de las normas,
- Observación tecnológica y sociológica.

4. Análisis de algunas direcciones de investigación

En esta breve presentación no hay lugar para desarrollar en detalle cada uno de los temas y líneas de investigación: pero insistiremos en algunos que son puntos-claves desde el punto de vista informático para el diseño de sistemas de conocimiento dedicados a los entes regionales:

- Superación de las reglas,
- Fenómenos naturales continuos,
- Razonamiento basado en casos concretos,
- Interoperabilidad de las bases de conocimiento regional,
- Empoderamiento de los ciudadanos.

4.1. Superación de las reglas

Antecedentes

En el hemisferio norte, por lo general ir al norte es más frío, pero existen excepciones. Además, desde un punto de vista jurídico, lo que se decidió bien en un lugar puede estar mal en el nivel superior o viceversa. En otros términos, en algunos lugares, las reglas específicas pueden superar a las reglas genéricas o viceversa.

Líneas de investigación identificadas

Identificar las aplicaciones adonde la superación es importante. ¿Cuáles pueden serlas directrices para gestionar la superación? ¿Cuáles son las conexiones con lacorrección de las reglas?

4.2. Fenómenos naturales continuos

Antecedentes

Los fenómenos naturales tales como inundaciones, difusión de contaminantes, presión, vientos, flujos de lava, etc. son modelados matemáticamente como camposcontinuos, y en algunos casos pueden ser modelados por ecuaciones diferenciales.

Líneas de investigación identificadas

¿Cómo modelar prácticamente esos fenómenos en un lugar determinado? ¿Cuáles podrían ser los vínculos con la gestión del conocimiento? ¿Cómo se puede vincular con los datos de sensores en tiempo real?

4.3. Razonamiento basado en casos concretos

Antecedentes

El problema clave es la manera de describir las situaciones regionales características; ¿podrían ser el paisaje, las condiciones climáticas, la distribución de la población, las instalaciones de transporte, la energía sostenible, la movilidad sostenible, etc.? Además, es un reto trasladar a otra región las soluciones que han funcionado en una región.

Líneas de investigación identificadas

Proponer modelos para describir las características geográficas de los casos. Seleccionar criterios para evaluar las actuaciones.

4.4. Interoperabilidad de las bases de conocimiento regional

Antecedentes

La interoperabilidad se refiere a la capacidad de dos o más sistemas o componentespara conectar e intercambiar conocimientos, superando así las diferencias en una plataforma, interfaz o lenguaje de ejecución. La integración se refiere a la fusión de dos bases de conocimiento, a menudo para dos regiones vecinas.

Dentro de unos pocos años, cuando varias bases de conocimiento estarán funcionando, el problema de la interoperabilidad surge con diferentes significados; recuerde que dos bases de conocimiento se pueden construir con diferentes estructuras, cubriendo el mismo territorio pero para diferentes preocupaciones. Se deben identificar y resolver las dificultades para interactuar con el conocimiento urbano y el conocimiento externo (interoperabilidad vertical). Debido a errores de adquisición de datos geométricos, el problema transfronterizo debe abordarse y resolverse (interoperabilidad horizontal).

La interoperabilidad se considera una cuestión de primer orden para la planificación regional y para las partes interesadas en la aplicación de soluciones geográficas, a fin de no limitar sus capacidades de colaboración con las basesasociadas que aplican otras plataformas bloqueadas por los proveedores.

Hoy en día, la interoperabilidad en la planificación regional refleja el intercambio digital seguro y sin fisuras de datos entre socios autorizados. Las plataformas digitales intercambian información basada en términos y expresiones de información preestablecidos, negociados y compartidos. La interoperabilidad del conocimiento para la planificación regional puede lograrse añadiendo información (metadatos) sobre los datos, conectando cada componente de datos a un vocabulario gestionado y compartido. Algunos de los problemas mencionados surgen también durante la integración de bases de conocimiento relativas, porejemplo, a dos territorios vecinos.

Líneas de investigación identificadas

Proponer una metodología y métodos eficientes para hacer razonamiento basadoen varias plataformas de conocimiento, ya sea automáticamente por medio de un motor de inferencia específicamente dedicado, o manual y visualmente a horcajadas sobre todas las bases de conocimiento regionales. Asimismo, al lograr lahomogeneidad semántica y sintáctica en la consecución de acuerdos sobre la interpretación, el significado o el uso previsto del conocimiento, ¿pueden importarse para las bases de conocimiento las metodologías diseñadas para lainteroperabilidad de las bases de datos geográficas? En caso afirmativo, ¿cómo, en qué condiciones y con qué particularidades? Si cada base de conocimiento está representada por una ontología, ¿pueden aplicarse métodos para la alineación ontológica?

4.5. Empoderamiento de los ciudadanos

Antecedentes

Todos los residentes locales tienen una opinión sobre su forma de vida, lasventajas, los inconvenientes, su posible evolución, etc.

Más allá de los NIMBYs, hay ciudadanos que tienen un sentido de interés general, incluso si son miembros de órganos elegidos (recuerde que a veces algunos miembros ocultan su propio interés detrás de consideraciones generales). Además, cualquier ciudadano puede ser una especie de sensor para identificar problemas o anomalías a su alrededor, para presentar experiencias innovadoras hechas en otros lugares, para sugerir proyectos originales, etc.

Líneas de investigación identificadas

Es importante definir una metodología para identificar esos ciudadanos, recopilarsus conocimientos, informarles y ayudarles a diseñar proyectos.

5. Retrospectiva y perspectiva

El desarrollo y la gestión de un sistema de conocimiento regional apropiado plantea muchos problemas conceptuales y prácticos. En primer lugar, es fundamental contar con una demarcación espacial inequívoca, aunque en la práctica los sistemas de datos individuales puedan corresponder a distintas delineaciones regionales. Otro problema es el hecho de que en una economía digital moderna el suministro de datos es casi ilimitado; sin embargo, es pertinente centrarse en los datos, informaciones y conocimientos que son esenciales para la planificación regional o urbana. Junto a la identificación y definición de indicadores clave, también es importante saber cuándo un determinado desarrollo de los indicadores supera un umbral crítico; estos sistemas de alerta temprana solo son eficaces, si los valores de umbral críticos se establecen de antemano (incluidos los puntos de no retorno) se especifican. Y por último, dado que la región es el terreno de juego de muchos actores y partes interesadas, es importante tener una amplia cobertura de información actualizada en una base de conocimiento regional, por ejemplo, sobre los mercados laborales regionales o los mercados de

vivienda, el suministro y el usode infraestructura, datos sobre migración y movilidad, localización industrial, innovación empresarial, calidad medioambiental, etc.

El programa de investigación (y acción) para una adecuada información regional y gestión del conocimiento, tal como se presenta en este artículo, es claramente amplio y ambicioso. Muestra que la política de desarrollo regional y la planificación territorial sostenible no pueden confiarse a los aficionados a los datos, sino que requieren conocimientos profesionales y científicos en los que analistas de datos, informáticos, geógrafos, planificadores, geocientíficos, arquitectos, economistas, los científicos del medio ambiente y los científicos de gestión se reúnen en torno a orientaciones temáticas que configuran en combinación mutua el bienestar futuro de las regiones, ciudades y sus habitantes. En este sentido, la democratización de los datos individuales y colectivos sobre cuestiones espaciales relevantes es una megatendencia importante que lleva a la pregunta: ¿quién es el propietario de los datos y quién tiene derecho a utilizarlos para fines de planificación? La gestión profesional de datos tiene que encontrar un equilibrio – dentro de las regulaciones legales de datos – entre los derechos privados y los intereses colectivos. Este dilemaaún no resuelto será una de las preocupaciones futuras más destacadas en lasciencias de datos espaciales.

Referencias

Albino V., Berardi U., and Dangelico R.M. (2015), Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives, Journal of Urban Technology, 2015,22(1), pp. 3–21, http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2014.942092

Anthony Jnr, Bokolo. (2022), Employing Case-Based Reasoning to Provide Knowledge for Sustainable Regional Development. Laurini R., Nijkamp P.,Kourtit K. Bouzouina L. (2022b) “Knowledge Management for Regional Policymaking” Springer Verlag. In press.

Bibri, S.E.; Krogstie, J. (2017), Smart Sustainable Cities of the Future: An Extensive Interdisciplinary Literature Review, Sustainable Cities Soc., 31, 183–212.

Caragliu, A., Del Bo, C.F.M. and Nijkamp, P. (2011), Smart Cities in Europe.

Journal of Urban Technology, 18, 65–82.

Chang D., Sabatini-Marques J., Moreira da Costa E., Selig P.M, Yigitcanlar Y. (2018), Knowledge-based, Smart and Sustainable Cities: a Provocation for a Conceptual Framework, Journal of Open Innovation Technology Market and Complexity 4(1) DOI:10.1186/s40852-018-0087-2.

Del Fatto V., Laurini R., Lopez K., Loreto R., Milleret-Raffort F., Sebillo M., Sol-Martinez D., Vitiello G. (2007), Potentialities of Chorems as Visual Summaries of Spatial Databases Contents, VISUAL 2007, 9th International Conference on Visual Information Systems, Shanghai, China, 28-29 June 2007, Edited by Qiu, G., Leung, C., Xue, X.-Y., Laurini, R., Springer Verlag LNCS, 4781, Advances in Visual Information Systems, pp. 537-548.

Deren L., Wenbo Y., and Zhenfeng S. (2021), Smart City Based on Digital Twins, Computational Urban Science, 1(4), https://doi.org/10.1007/s43762-021- 00005-

Duchateau F., Favetta F. (2022,) Knowledge Management at Multiple Decision Levels, A Use Case about COVID-19 Pandemic, This book.

Eisfeld R. (2019), Empowering Citizens, Engaging the Public: Political Science for the 21st Century, Springer-Verlag Nature.

Fritsch M., Wyrwich M. (2018), Regional Knowledge, Entrepreneurial Culture, and Innovative Start-ups over Time and Space: An Empirical Investigation, Small Business Economics, 51, 337-353 (seen online at https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-018-0016-6).

Giffinger, R. and Haindlmaier, G. (2018), Benchmarking the Smart City, IJRS,1/2018, 115–122.

Greco, I. and Cresta, A. (2017), From SMART Cities to SMART City-Regions: Reflections and Proposals, pp. 282-295, In International Conference on Computational Science and Its Applications published by Lecture Notes in Computer Science, Springer International Publishing. DOI:10.1007/978-3- 319-62398-6_20.

Kirwan C.-G. and Zhiyong F. (2020), Smart Cities and Artificial Intelligence: Convergent Systems for Planning, Design, and Operations, Elsevier, 1st Edition - May 5, 2020. ISBN: 9780128170243.

Komninos, N. and Kakderi, C. (eds.) (2019), Smart Cities in the Post-Algorithmic Era, Edward Elgar, Cheltenham.

Kourtit, K. (2021) City Intelligence for Enhancing Urban Performance Value: A Conceptual Study on Data Decomposition in Smart Cities, Asia-Pacific J'al of Regional Science, 5, 191–222. https://doi.org/10.1007/s41685-021-00193-9.

Laurini, R. (2017), Geographic Knowledge Infrastructure for Territorial Intelligenceand Smart Cities, ISTE-Wiley, 250 p.

Laurini, R. (2019), A Mathematical Language for the Modeling of Geospatial Static Rules, Journal of Visual Language and Computing (1), pp. 1-13.

Laurini R. (2022) "Semantic Analysis of Feedforward Knowledge for Regional Policymaking". In Laurini R., Nijkamp P., Kourtit K. Bouzouina L. (eds (2022) "Knowledge Management for Regional Policymaking" Springer Verlag. On press.

Laurini R., Nijkamp P., Bordogna G., Kourtit K., Duchateau F., Rinaldi A., Bouzouina L., Mehaffy ME., Anthony B. Jr (2022) "Regional Knowledge Management and Sustainable Regional Development: In Quest of a Research and Knowledge Agenda". Edited by Laurini R., Nijkamp P., Kourtit K. Bouzouina L. "Knowledge Management for Regional Policymaking" Springer Verlag.

Laurini R., Nijkamp P., Kourtit K. Bouzouina L. (2023) "Knowledge Management for Regional Policymaking" Springer Verlag.

Laurini R., and Favetta F (2017), About External Geographic Information and Knowledge in Smart Cities, 2nd International Conference on Smart Data and Smart Cities, 4-6 October. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W3, 20.

Mulgan, G. (2018), Artificial Intelligence and Collective Intelligence: the Emergence of a New Field, AI & Society, 33 (4), pp. 631–632, https://doi.org/10.1007/s00146-018-0861-5

Nijkamp, P. and Kourtit, K. (2022), Place-Specific Corona Dashboards for Health Policy: Design and Application of a 'Dutchboard', Sustainability, 14, 836, https://doi.org/10.3390/su14020836.

Oktari R.S., Munadi K., Idroes R., and Sofyan H. (2020), Knowledge Management Practices in Disaster Management: Systematic Review, International Journal of Disaster Risk Reduction, 51, ISSN 2212-4209, https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101881.

Qian H. (2018), Knowledge-Based Regional Economic Development: A Synthetic Review of Knowledge Spillovers, Entrepreneurship, and Entrepreneurial Ecosystems, Economic Development Quarterly, 32 (2), pp. 163-176. DOI 10.1177/0891242418760981.

Rinaldi, A.M., Russo, C., and Madani, K. (2020), A Semantic Matching Strategy for Very Large Knowledge Bases Integration, International Journal of Information Technology and Web Engineering (IJITWE), 15(2), 1-29.

Verstraete J., Hallez A., and De Tré G. (2007), Fuzzy Regions: Theory and Applications, In: Morris A., Kokhan S. (eds), Geographic Uncertainty in Environmental Security, NATO Science for Peace and Security, Series C: Environmental Security, Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1- 40.

Voda, A.-I. and Radu L.-D. (2018), Artificial Intelligence and the Future of Smart Cities, BRAIN, Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 9(2), pp. 110–127. http://www.edusoft.ro/brain/index.php/brain/article/view/812/918.

White, H. (2019), The Twenty-First Century Experimenting Society, Palgrave Communications, 5, 47, 2019.

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 2023 http://www.risti.xyz

