



ISSN: 1646-9895

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

A g o s t o 2 3 • A u g u s t 2 3



©RISTI 2023 <http://www.risti.xyz>

Nº E61

Edição / Edition

N.º E61, 08/2023

ISSN: 1646-9895

Indexação / Indexing

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

Publicação / Publication

RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Pr. 9 de Abril, nº 26, 4200-422 Porto, Portugal

Web: <http://www.risti.xyz>

Director

Álvaro Rocha, ISEG, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Issue Coordinators

Carlos Montenegro, Universidad Distrital Francisco José Caldas, CO

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, Universidade 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, Instituto Federal de Minas Gerais, BR

Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT

Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT

Carlos Rompante Cunha, UNIAG & CeDRI & Instituto Politécnico Bragança, PT

Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT

Célio Marques, Instituto Politécnico de Tomar, PT

Ciro Martins, Universidade do Algarve, PT

Cristina Caridade, Instituto Politécnico de Coimbra, PT

Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT

Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL
Edwin Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA
Fábio Marques, ESTGA, Universidade de Aveiro, PT
Felipe Vasquez, Universidad de La Frontera, CL
Fernando Moreira, REMIT, IJP, Universidade Portucalense & IEETA, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Ribeiro, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Fernando Bandeira, PT
Filipe Cardoso, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Flor Gomes de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidad de Cádiz, ES
Gerardo González Filgueira, Universidade da Coruña, ES
Gloria Valencia, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Guilllhermo Davila, Universidad de Lima, PE
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT
Helder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, Portugal
Inês Domingues, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isaias Bianchi, Universidade Federal de Santa Catarina, BR
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco, ES
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO
João Balsa, LASIGE, Universidade de Lisboa, Portugal
João Emílio Almeida, ISTECH - 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 Vizuite, 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, Escola Politécnica 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 Garzozzi-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
Vitor 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

Sistema de Rehabilitación Virtual no inmersivo para la mejora de destreza manual: un enfoque orientado al hogar	1
<i>Jackson Merma-Portocarrero, Darwin Neira-Carrasco, Elizabeth Vidal, Eveling Castro-Gutierrez</i>	
Scrumban/XP: Propuesta para mejorar la eficiencia de la gestión de proyectos ágiles en el desarrollo de software	14
<i>Hubner Janampa Patilla, Judith Maribel Vilca Alviar, Yudith Meneses Conislla</i>	
Reflexiones frente a la Conciliación Virtual en Colombia	33
<i>Adriana Patricia Arboleda López, Luis Fernando Garces Giraldo, Jovany Sepúlveda Aguirre, Diego Alejandro Correa</i>	
Consumo de televisión y <i>streaming</i> entre jóvenes guayaquileños. Una mirada desde el contexto de extrema violencia que se vive en Ecuador	45
<i>Ingrid Estrella Tutivén, Janeth Díaz Vera, Rosa Armijos Acosta, Alicia Ruiz Ramírez, Ingrid Elizalde Olvera</i>	
Aplicación web progresiva para brindar información sobre eventos sociales, Ayacucho, Perú	59
<i>Hubner Janampa Patilla, César Alfaro Mendivel</i>	
Las ciberamenazas en la pandemia de COVID-19: nuevos desafíos en seguridad de la información para la Policía Nacional de Colombia	70
<i>Ernesto Fajardo Pascagaza, Yeiris Yolanis Arzuaga, Luis Carlos Cervantes Estrada</i>	
Detección de estrés estudiantil universitario basado en redes neuronales profundas, en pandemia covid-19	86
<i>Hubner Janampa Patilla, De la Cruz Oriundo Kelly Patricia</i>	
Integración de diferentes estrategias instruccionales: ABP, Scrum y empresa escolar en la formación profesional de estudiantes de TI	98
<i>María Angélica Astorga-Vargas, Araceli Celina Justo-López, Gloria E. Chavez Valenzuela, Brenda Leticia Flores-Rios, Juan Pablo García Vázquez, Dr. Jorge Eduardo Ibarra-Esquer</i>	

Análisis de la tecnología e innovación en empresas industriales de Mexicali como ruta para el uso de herramientas de la industria 4.0	113
<i>Roberto Carlos Valdés Hernández, José Luis Arcos Vega y Conrado García González</i>	
Aplicación de Tecnologías de Información para evaluación y mejora de la accesibilidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje para personas con síndrome de Asperger: Un análisis bibliométrico.....	130
<i>Erika Reina-Guaña, Carlos Hernández</i>	
Plataforma IOT para Supervisão de Usina Fotovoltaica e Automação Predial com Validação no Ministério da Defesa do Brasil	150
<i>Liomar de Miranda Leite, Ricardo Staciarini Puttini, Rafael T. De Souza Jr, Georges Daniel Amvame Nze, Fábio Lúcio Lopes de Mendonça</i>	
Implementación de un Sistema de E-Tutoring: Sistematizando una Experiencia de Evaluación de Terrorismo Íntimo	164
<i>Ivan Iraola-Real, Lesly Moreyra-Cáceres, Ivan Diaz-Leon</i>	
As Expetativas dos Estudantes Finalistas do Ensino Superior em relação à sua Inserção Profissional	176
<i>Caetano R., Correia A.</i>	
Políticas públicas e o uso de Co-design: um campo em desenvolvimento	191
<i>Tomás Delmondes Soares, Monique de Menezes Urrea, Flávia Lorene Sampaio Barbosa, Fabiana Pinto de Almeida Bizarria</i>	
Turismo, crisis económica. ¿Recesa o se recupera el sector en Perú?	204
<i>Felipe Rafael Valle Díaz</i>	
Diagnóstico del Contexto Educativo Intercultural para la Atención Infantil de la Comunidad Yanesha Tsachopen en Oxapampa - Perú.....	217
<i>Ivan Iraola-Real, Angela Maria Herrera Alvarez, Ivan Diaz-Leon</i>	
Sistema domótico para el confort en una edificación moderna	230
<i>Jenifer Bustamante-Gonzales, Hugo Eladio Chumpitaz-Caycho, Franklin Cordova-Buiza</i>	
Revisión sistemática de instrumentos de evaluación de usabilidad para sitios turísticos	243
<i>Kerly Palacios-Zamora, Juan Manuel Cueva Lovelle</i>	

Desinformação e suas Manifestações nas Plataformas de Mídia Digital	259
<i>Sergio Mari Junior, Francisco Carlos Paletta</i>	
Revisión Sistemática: Gamificación en aplicaciones móviles para la educación	271
<i>Cesar M. Tolentino-Veliz, Elizabeth K. Bravo-Huivin, Segundo E. Cieza-Mostacero</i>	
Sistema de internet de las cosas para mejorar el control de la temperatura en niños de 0 a 10 años de un centro de salud	283
<i>Aurora N. Herrera-Huamán, Carla N. Cabel-Nomberto, Segundo E. Cieza-Mostacero, Oscar R. Alcántara-Moreno, Juan F. Pacheco-Torres</i>	
La simulación computacional del ecosistema social Entorno Laboral-Escuela	296
<i>María del Consuelo Salgado Soto, Margarita Ramírez Ramírez, Esperanza Manrique Rojas, Susana Murillo Barajas</i>	
Análisis del comportamiento de decisión usando datos de Twitter: Una revisión de la literatura.....	307
<i>Lucía Rivadeneira</i>	
Prototipo de análisis de sentimiento de retroalimentación textual entre pares	322
<i>Maricela Pinargote-Ortega, Lorena Bowen-Mendoza, Jaime Meza, Sebastián Ventura</i>	
Modelo basado en redes neuronales para la clasificación de la distribución de Weibull	338
<i>Victor Joel Pinargote Bravo, María Auxiliadora García Zambrano, Victoria Estefany Cusme Zambrano, Karen Ivonne Briones Giler</i>	
Rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Computación de la ESPAM MFL: Un análisis comparativo de las modalidades de aprendizaje y factores demográficos	352
<i>Ramón Joffre Moreira Pico, María Belén Villao Llor, Ramón Agustín Varela Muñoz, Ángel Alberto Vélez Mero</i>	
Machine learning para predecir abandono de estudios en el contexto del COVID-19.....	370
<i>Luis Cedeño-Valarezo, Jessica Morales-Carrillo, Carlos Pierre Quijije-Vera, Sandro Antonio Palau-Delgado, Christian Israel López-Mora</i>	
Sistema de monitoreo para adquisición de datos de sistemas eléctricos vía mensajes SMS para centros de datos de Educación Superior	378
<i>John Peñañiel-Espinoza, Carlos Pupiales-Yépez, Cesar Moreira-Zambrano, Jaime Michilena-Calderón, Fabián Cuzme-Rodríguez</i>	

Tecnología 5G y su impacto en Latinoamérica	395
<i>Yasmina Lizetty Zambrano Loor, Jessica Johanna Morales-Carrillo, Edwin Wellington Moreira Santos, Ramón Joffre Moreira Pico</i>	
Factibilidad en la implementación de tecnología 5G en zona urbana y rural de Manabí	405
<i>Edwin Wellington Moreira Santos, Yasmina Lizetty Zambrano Loor, Ramón Joffre Moreira Pico, Jessica Johanna Morales Carrillo</i>	
Patrones de diseño de interfaces de usuario para personas con autismo: Revisión Sistemática de la Literatura	419
<i>Karla Daniela Perez Robles, Leticia Vaca-Cardenas</i>	
Evaluación de la experiencia del usuario en la plataforma Moodle UTM a través de un eye-tracking.....	439
<i>Pedro Ismael Vélez Mero, Leticia Azucena Vaca-Cárdenas</i>	

Sistema de Rehabilitación Virtual no inmersivo para la mejora de destreza manual: un enfoque orientado al hogar

Jackson Merma-Portocarrero¹, Darwin Neira-Carrasco², Elizabeth Vidal³,
Eveling Castro-Gutierrez⁴

jmermap@unsa.edu.pe; dneirac@unsa.edu.pe; evalidad@unsa.edu.pe; ecastro@unsa.edu.pe

^{1, 2, 3, 4} Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 04001, Arequipa, Perú.

Pages: 1-13

Resumen: Los problemas de destreza manual impiden la realización de actividades de la vida diaria. Para recuperar la funcionalidad los pacientes deben someterse a procesos de rehabilitación que implican ejercicios específicos y repetitivos que deben realizarse en centros especializados. En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de rehabilitación virtual no inmersivo para la mejora de la destreza manual que puede ser usado como complemento del proceso de rehabilitación en el hogar. El sistema fue implementado con el dispositivo de tracking óptico Leap Motion Controller para la captura de movimientos. La usabilidad del sistema fue evaluada por cuatro niños con deficiencias motoras con el instrumento "User Satisfaction Evaluation Questionnaire". Los resultados mostraron valores por encima de la media en todas las preguntas, el sistema al no ser inmersivo y al ser de bajo costo, se muestra como una alternativa viable de rehabilitación para la destreza manual en los hogares.

Palabras-clave: Rehabilitación Virtual; Leap Motion Controller; Destreza Manual; Usabilidad.

Virtual Rehabilitation System to improve manual dexterity: a home-based approach

Abstract: Manual dexterity problems prevent the performance of activities of daily living. To recover functionality, patients must undergo rehabilitation processes that involve specific and repetitive exercises that must be performed in specialized centers. This paper presents the development of a non-immersive virtual rehabilitation system for the improvement of manual dexterity; that can be used as a complement for the rehabilitation process at home. The system was implemented with the Leap Motion Controller optical tracking device for movement capture. The usability of the system was evaluated by four children with motor deficiencies with the "User Satisfaction Evaluation Questionnaire" instrument. The results showed values above the average in all the questions, the system not being immersive and being low cost, it is shown as a viable rehabilitation alternative for manual dexterity in homes.

Keywords: Rehabilitation; Leap Motion; manual dexterity; usability.

1. Introducción

Los problemas de destreza manual son generados por diferentes enfermedades tales como parkinson, accidentes cerebrovasculares (ACV), parálisis cerebral o encefalopatía epiléptica (Moon et al., 2017, Vanbellingen et al., 2017, Alabdulaali et al., 2022, Berg, Mahida & Poduri, 2021). Las deficiencias generadas a nivel de destreza manual impiden la realización de actividades de la vida diaria (AVD) como alcanzar, agarrar y levantar objetos (Chen et al., 2017). Los pacientes deben someterse a procesos de rehabilitación para poder recuperar la capacidad de realizar las AVD de forma independiente. La rehabilitación es el proceso paso a paso diseñado para reducir la discapacidad y optimizar el funcionamiento de las personas con problemas de salud, permitiéndoles interactuar mejor con su entorno (Martínez-Martín y Cazorla, 2019, Schmidt et al., 2018).

Los procesos de rehabilitación se caracterizan por la cantidad de repeticiones de ejercicios específicos y una cantidad de sesiones significativas para mejorar los resultados funcionales y la recuperación motora (Bütefish et al., 1995). El incorporar ejercicios repetitivos de manera lúdica y relacionados a las AVD a través de entornos virtuales puede lograr la motivación del paciente (Holden, 2005). Esto brinda la oportunidad de entrenar en escenarios del mundo real en el hogar que podrían aumentar potencialmente la frecuencia y la duración de las sesiones y de manera motivadora. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la demanda de rehabilitación es aproximadamente diez veces mayor que la capacidad del servicio que puede brindar el sistema de salud actual, tanto en términos de profesionales de rehabilitación como de herramientas de rehabilitación (World Health Organization, 2017). Esta realidad plantea la necesidad de extender los procesos de rehabilitación en el hogar, lo que podría resultar una alternativa complementaria a las terapias convencionales limitadas por la cantidad de tiempo y frecuencia de las sesiones.

El objetivo de este trabajo es evaluar la usabilidad de un Sistema de Rehabilitación Virtual no inmersivo para la mejora de destreza manual que pueda ser implementado en los hogares, siendo los principales factores la facilidad de instalación y ser de bajo costo.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera, en la sección 2 se presenta la revisión de la literatura, en la sección 3 se presenta el fundamento teórico de la propuesta y el desarrollo planteado.

2. Revisión de la Literatura

En la literatura se han encontrado experiencias relacionadas al uso de sistemas de rehabilitación virtual para miembros superiores. Ding et al. (2018) propusieron el uso de un sistema para la recuperación de los movimientos brazos y hombros haciendo uso de Microsoft Kinect. Choi y Paik (2018) propusieron un sistema de rehabilitación haciendo uso de juegos mediante tablets para pacientes con ACV. Norouzi-Gheidari et al. (2019) se enfocaron en evaluar la seguridad y factibilidad de un sistema de rehabilitación virtual basado en el uso de exergames para pacientes que sufrieron ACV con resultados favorables.

Por otra parte, se encontraron experiencias con el uso del dispositivo de tracking óptico Leap Motion Controller (LMC) para procesos de rehabilitación. Postolache et al. (2019) presentaron un juego en donde se toman cubos de colores y los ponen en una cesta. Cortés-Pérez et al. (2021) hicieron uso del LMC en la rehabilitación de pacientes con deficiencias motoras comparando la terapia con videojuegos y la terapia convencional.

De Oliveira et al. (2016) combinaron el uso del LMC con el sensor electroencefalográfico “MindWave” para crear un entorno virtual de juego terapéutico para pacientes con parálisis cerebral. Chen et al. (2016) hicieron uso del LMC para medir los temblores en pacientes con parkinson. Vamsikrishna, Dogra, & Desarkar (2015) se enfocaron en la rehabilitación de la muñeca a nivel fino.

Así mismo la literatura nos muestra propuestas orientadas a rehabilitación en el hogar como el trabajo de Corrêa et al. (2019) quienes desarrollaron un juego con un sistema de monitoreo en casa para la rehabilitación de las funciones manuales. Charles et al. (2014) crearon un sistema de entorno virtual para su uso en práctica de fisioterapia en manos y dedos. Este también se enfoca en la usabilidad, mostrando aceptación del sistema como una herramienta motivadora y eficaz para poder ser usada en el hogar, especialmente en jóvenes. Chen et al. (2017) crearon un guante de rehabilitación de manos.

Los trabajos mencionados tienen en común la rehabilitación de miembros superiores, pero hacen uso de diferentes dispositivos para su implementación y se enfocan en diferentes tipos de pacientes.

3. Sistema de Rehabilitación Virtual

3.1. Fundamentos

La Rehabilitación Virtual es la ejecución de ejercicios basados en una simulación de la realidad utilizando tecnología de Realidad Virtual. Esta desarrolla ambientes virtuales utilizando gráficos en 2D y 3D en donde el usuario puede percibir, sentir e interactuar de manera similar como interactúa en un ambiente físico y real. (Sherman & Craig, 2018). Los Sistemas de Rehabilitación Virtual pueden ser clasificados en inmersivos y no-inmersivos. Los sistemas inmersivos aíslan sensorialmente al usuario del mundo real reemplazando este por estímulos generados por una computadora. Los sistemas no-inmersivos simulan el ambiente haciendo uso de monitores estándares (Parsons, Gaggioli & Riva, 2017).

3.2. Dispositivo de Captura de Movimientos

Si bien existen muchos dispositivos de seguimiento (tracking) para la captura de movimiento (Lloréns et al., 2015), se ha optado por Leap Motion Controller (LMC) debido a sus dimensiones pequeñas y su bajo costo que lo hace accesible para su implementación en el hogar (Figura 1).

LMC que permite detectar los movimientos que se realizan con manos, dedos e inclusive objetos que se encuentren alrededor de la zona de cobertura del dispositivo con precisión submilimétrica (Weichert et al., 2013). La zona de cobertura del LMC (Figura 2) forma un volumen de cobertura abierto a 120° y 150° (Wozniak et al., 2016).



Figura 1 – Dispositivo de Tracking Óptico Leap Motion. Nota: El gráfico muestra el kit Leap Motion

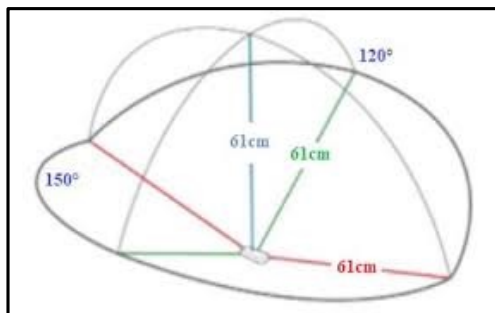


Figura 2 – Zona de cobertura de Leap Motion.

3.3. Descripción de la funcionalidad

De acuerdo a lo indicado por los médicos especialistas en terapia física, la actividad específica considerada para el proceso de rehabilitación para la mejora de destreza manual es la subclasificación *d4400* que se refiere a “*Recoger: levantar o tomar un objeto pequeño con las manos y los dedos, como cuando se toma un lápiz*” (ICF, 2017). Para el desarrollo de ha tomado en cuenta los cuatro atributos que debe considerar un sistema de rehabilitación virtual propuestos por Levac & Sveistrup (2014): (i) El aprendizaje observacional; (ii) La práctica, realizando repeticiones del mismo ejercicio centrándose en una tarea específica; (iii) La retroalimentación aumentada, que debe permitir al usuario conocer tanto su desempeño como los resultados y (iv) La motivación, que se da en base a la tecnología utilizada.



Figura 3 – Interfaz principal del juego con 20 elementos

Se ha desarrollado un juego 2D no inmersivo que simula el preparar una pizza. El paciente toma ingredientes de un plato y los moviliza a la masa de la pizza en donde debe soltarlos. El juego permite configurar la cantidad de ingredientes (5, 10, 15 o 20) que tomará el paciente en cada sesión y también permite configurar la mano a trabajar (derecha o izquierda). Así mismo el sistema brinda retroalimentación visual y auditiva sobre los aciertos y fallos al dejar caer los ingredientes.

Para darle mayor realismo se hizo uso de un televisor de 40 pulgadas el cual fue puesto en formato horizontal (Figura 3). El juego también registra el tiempo que demora un paciente en movilizar un ingrediente y el tiempo total de la sesión. Esta información se visualiza por cada paciente permitiendo mostrar el progreso a través de las sesiones que realiza (Figura 4).

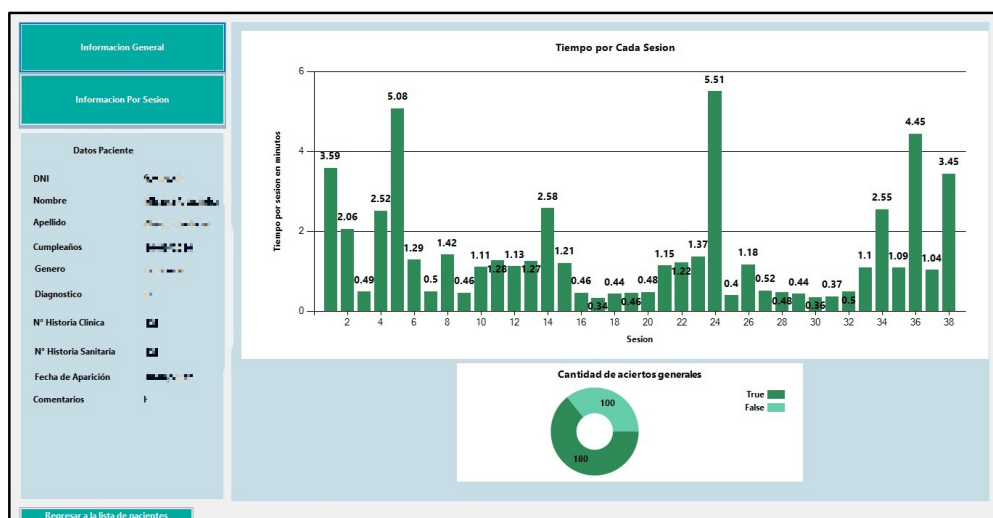


Figura 4 – Resumen del tiempo tomado en las sesiones del paciente 1

3.4. Arquitectura

Para la implementación del sistema se ha tomado como base la arquitectura dinámica para sistemas de rehabilitación virtual propuesta por Saavedra et al. (2023) la cual permite intercambiar tanto dispositivos como interfaces. La arquitectura (Figura 5) consta de cuatro módulos donde las letras A-D, hacen referencia a los pasos de ejecución.

4. Metodología

4.1. Participantes

Para la prueba del sistema, se consideraron niños con problemas de destreza motora. Los criterios de inclusión fueron: (a) capacidades y aptitudes cognitivas preservadas; (b) capacidades psicomotrices que le permitan coordinar movimientos de manos para

seguir los ejercicios planteados; (c) comprensión del idioma español y consentimiento informado por parte de los padres o tutores legales. La muestra final se compuso de cuatro niños con problemas de destreza manual con espasticidad leve. Los participantes fueron dos varones y dos mujeres, de entre 9 y 17 años. Se contó con el protocolo de estudio fue debidamente aprobado por el Comité de Ética (CONSTANCIA 478 - 38 - 22).

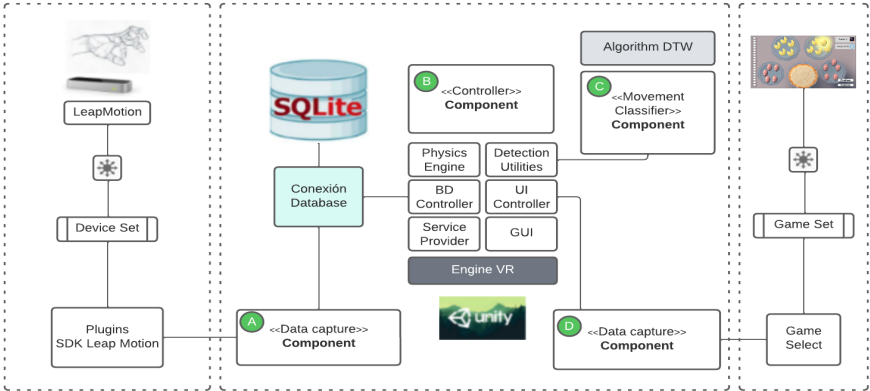


Figura 5 – Arquitectura del Sistema de rehabilitación virtual - adaptada de Saavedra (2023)

Los niños participaron en diez sesiones de 30 minutos por cinco semanas. Previo a la primera sesión, se realizó el registro de sus datos y se le explicó el funcionamiento del sistema, además, se hicieron pruebas para el reconocimiento de su mano por medio del LMC. Durante cada sesión el participante utilizó el sistema con la mano derecha y luego con la izquierda desplazando solamente 5 elementos cada vez. Luego realizó un descanso de 5 minutos, finalmente, desplazó 10 elementos con la mano derecha y luego con la mano izquierda. El sistema registró la duración de cada interacción, así como la cantidad de aciertos y fallos.

4.2. Instrumento

El User Satisfaction Evaluation Questionnaire (USEQ) (Gil-Gómez et al., 2017) es un cuestionario diseñado para evaluar la satisfacción, que forma parte de la usabilidad en sistemas de rehabilitación virtual. USEQ consta de un total de 6 preguntas que se evalúan con una escala de Likert de 5 puntos donde el valor más bajo es: “para nada” (1) y el valor más alto es “mucho” (5) (Tabla 1).

Preguntas	Respuestas
	Para nada - Mucho
Q1: ¿Disfrutó su experiencia con el sistema?	1 2 3 4 5
Q2: ¿Tuviste éxito usando el sistema?	1 2 3 4 5
Q3: ¿Pudiste controlar el sistema?	1 2 3 4 5

Preguntas	Respuestas
	Para nada - Mucho
Q4: ¿La información que proporciona el sistema es clara?	1 2 3 4 5
Q5: ¿Sintió molestias durante su experiencia con el sistema?	1 2 3 4 5
Q6: ¿Cree que este sistema será útil para procesos de rehabilitación?	1 2 3 4 5

Tabla 1 – The USEQ (User Satisfaction Evaluation Questionnaire)

4.3. Resultados y Discusión

Los pacientes después de realizar las actividades del juego dieron respuesta a las preguntas del cuestionario USEQ (Tabla 2).

De esta forma, se obtuvo que la media de Q1 es de 4.75, mostrando que disfrutaron del uso del juego; para Q2, una media de 4.5 que indica que tuvo éxito en el objetivo del juego; Q3 obtuvo una media de 4.25 que indica que hubo una buena interacción y control entre la mano real, la mano virtual y los objetos virtuales del juego (ingredientes); Q4 presenta una media de 4.5 lo que indica que el juego es intuitivo y claro en los objetivos, lo cual se complementa con la retroalimentación tanto visual como auditiva que brinda el juego tanto para los aciertos como para los fallos; Q5 muestra un valor de 1.25 lo que es positivo dado que evalúa si la interacción con el juego genera molestias en los pacientes; esto se explica en la forma en que el sistema no es de tipo inmersivo y que este no tiene contacto con el paciente, entonces, no se generan molestias físicas ni de otro tipo (mareos, náuseas, etc.); finalmente, la pregunta Q6 fue respondida por los padres de los niños quienes evaluaron de forma positiva el sistema como herramienta complementaria y su uso en el hogar para incrementar la cantidad de repeticiones del ejercicio y el número de sesiones.

Preguntas	P1	P2	P3	P4	Media	Desviación Estándar
Q1: ¿Disfrutó su experiencia con el sistema?	5	5	4	5	4,75	0,50
Q2: ¿Tuviste éxito usando el sistema?	5	5	3	5	4,50	1,00
Q3: ¿Pudiste controlar el sistema?	5	5	3	4	4,25	0,96
Q4: ¿La información que proporciona el sistema es clara?	4	5	4	5	4,50	0,58
Q5: ¿Sintió molestias durante su experiencia con el sistema?	1	1	2	1	1,25	0,50
Q6: ¿Cree que este sistema será útil para procesos de rehabilitación?	5	5	4	5	4,75	0,50

Tabla 2 – Puntaje en preguntas del cuestionario USEQ

De forma visual, se presentan las figuras 6 y 7, que refuerza el análisis hecho en la parte anterior. De este modo, en la figura 6 se muestran las respuestas de los pacientes (Tabla 2), de tal forma que se puede realizar una comparación entre todos estos por cada

una de las preguntas del cuestionario USEQ; y finalmente en la figura 7, se muestran los resultados finales de la media por cada pregunta del cuestionario, incluyendo el error estándar.

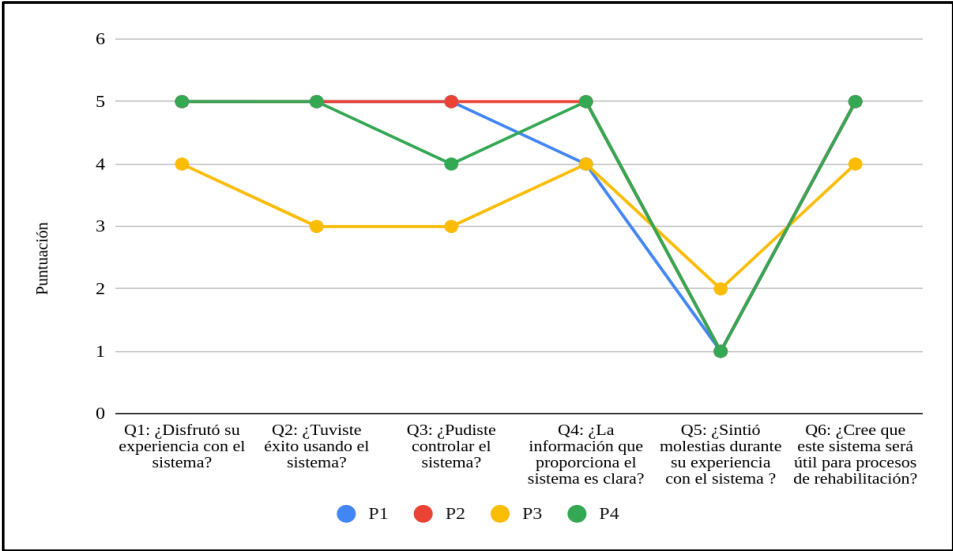


Figura 6 – Comparación de las respuestas USEQ de todos los pacientes

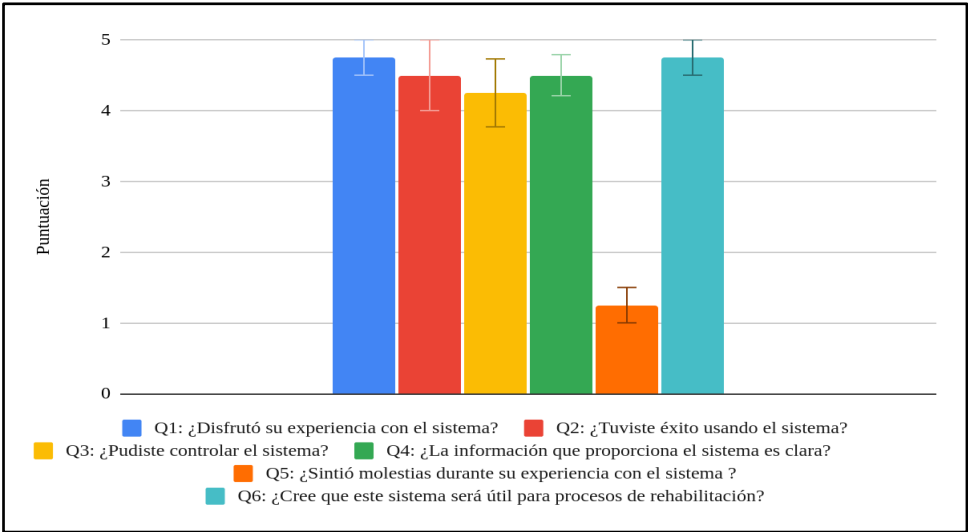


Figura 7 – Resultados del cuestionario USEQ de todos los pacientes

En cuanto a las consideraciones de diseño descritas en la Sección 2, en esta propuesta se han considerado las cuatro (aprendizaje mediante la observación, práctica, retroalimentación aumentada y motivación). En cuanto a la primera, se cumple con este parámetro al lograr que el usuario pueda observar el movimiento y acciones de sus manos virtuales en tiempo real; además, que pueda interactuar con los objetos virtuales del juego, para lograr el objetivo principal de este: transportar todos los ingredientes posibles para preparar una pizza. Respecto al segundo parámetro, el juego controla la repetición del ejercicio mediante la elección de la cantidad de elementos (5, 10, 15 o 20). Esto puede ser configurado por el médico antes de que se realice la sesión, de tal forma que se ajuste a la necesidad del paciente.

Además, estos movimientos de agarre (tomar y soltar objetos) se consideran como acciones que son parte de tareas de la vida diaria. En cuanto a la retroalimentación, esta se presenta de forma visual y auditiva. De forma visual, se muestra cada vez que un elemento es colocado correcta o incorrectamente sobre el plato de la pizza, que a su vez es acompañado de un sonido (retroalimentación auditiva) que también depende de este último punto.

Finalmente, respecto al último parámetro (motivación), pese a que el juego no satisface la posibilidad de competir con otros jugadores, este está orientado a cumplir objetivos y a superar retos que crea el paciente consigo mismo, como transportar cada vez más ingredientes, lograr un mismo objetivo en menos tiempo, etc.

Con respecto a los trabajos relacionados, Postolache et al. (2019) también permiten configurar la mano (derecha o izquierda) a utilizar y evaluar la usabilidad, pero con cuatro personas sanas. Cortés-Pérez et al. (2021) enfocaron las pruebas clínicas en pacientes con accidente cerebrovascular que mostraron mejoría en la movilidad de las extremidades superiores y las tareas orientadas a la movilidad. La principal diferencia con este artículo está en que el foco está en la evaluación de la usabilidad para poder ser implementado en los hogares.

También se ha visto la combinación del LMC con diferentes dispositivos como la propuesta de Oliveira et al. (2016), pero ello hace que se eleven los costos de implementación. Al igual que nuestra propuesta Chen et al. (2016) destacan la comodidad del LMC al no ser invasivo. La búsqueda de rehabilitación en el hogar está tomando fuerza en los últimos años. Propuestas como las de Corrêa et al. (2019), Charles et al. (2014), Chen et al. (2017) enfocados en estudios de usabilidad.

5. Conclusiones

Este trabajo mostró el desarrollo de un sistema de rehabilitación virtual no invasivo para la rehabilitación de la destreza manual. El desarrollo tuvo la constante asesoría de médicos especialistas en terapia física y un médico neurólogo pediatra, quienes permitieron identificar los ejercicios adecuados y las características y consideraciones de un proceso de rehabilitación (tiempo, repeticiones, desafíos y retroalimentación). El desarrollo consideró los atributos requeridos en los sistemas de rehabilitación virtual.

Con respecto a otros sistemas de tipo inmersivo, LMC tiene la ventaja de que no causa molestias en cuanto a mareos y/o náuseas, además que sus características hacen que

no exista contacto físico con la piel, lo cual es una ventaja cuando se trata de niños. La instalación del sistema junto con el dispositivo LMC y la estructura de aluminio hace que sea factible el poder llevarlo a los hogares. El sistema además cuenta con reportes que brindan información sobre el progreso de cada sesión tanto en el tiempo que tomó el realizar la sesión (mover los ingredientes) con cada mano, y, la cantidad de aciertos y fallos en cada sesión.

Las limitaciones del estudio están dadas por la cantidad de pacientes que probaron el sistema: solamente cuatro. Como trabajo futuro se busca ampliar las pruebas con más pacientes niños y pacientes adultos. Así mismo se realizarán pruebas clínicas para evaluar la destreza manual con instrumentos como el Box and Block Test (Desrosiers et al., 1994) y el Nine Hole Peg (Poole et al., 2005).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa bajo el contrato IB-42-2020-UNSA-proyecto: “Sistema de Rehabilitación Virtual para la mejora motora y cognitiva en niños con encefalopatía epiléptica - CEPIVIRT”. La presente investigación agradece a la Clínica San Juan de Dios de Arequipa (CSJD), por su aporte al desarrollo de la misma.

Referencias

- Alabdulaali, L., Hickman, L., Punt, T. D., & Jenkinson, N. (2022). Effectiveness of transcranial direct current stimulation on hand dexterity in stroke patients: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, 12(2), e056064. doi: 10.1136/bmjopen-2021-056064
- Berg, A. T., Mahida, S., & Poduri, A. (2021). KCNQ2-DEE: developmental or epileptic encephalopathy?. *Annals of clinical and translational neurology*, 8(3), 666-676. doi: 10.1002/acn3.51316.
- Bütefisch, C., Hummelsheim, H., Denzler, P., and Mauritz, K.-H. (1995). Repetitive Training of Isolated Movements Improves the Outcome of Motor Rehabilitation of the Centrally Paretic Hand. *J. Neurol. Sci.* 130 (1), 59–68. doi:10.1016/0022-510x(95)00003-k
- Charles, D., Pedlow, K., McDonough, S., Shek, K., & Charles, T. (2014). Close range depth sensing cameras for virtual reality based hand rehabilitation. *Journal of Assistive Technologies*, 8(3), 138-149.
- Chen, J., Nichols, D., Brokaw, E. B., and Lum, P. S. (2017). Home-based Therapy after Stroke Using the Hand Spring Operated Movement Enhancer (HandSOME). *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 25 (12), 2305–2312. doi:10.1109/tnsre.2017.2695379
- Chen, K. H., Lin, P. C., Chen, Y. J., Yang, B. S., & Lin, C. H. (2016). Development of method for quantifying essential tremor using a small optical device. *Journal of neuroscience methods*, 266, 78-83.

- Choi YH, Paik NJ. Mobile Game-based Virtual Reality Program for Upper Extremity Stroke Rehabilitation. *J Vis Exp*. 2018 Mar 8;(133):56241. doi: 10.3791/56241. PMID: 29578520; PMCID: PMC5931529.
- Corrêa, A. G. D., Kintschner, N. R., Campos, V. Z., & Blascovi-Assis, S. M. (2019, September). Gear VR and leap motion sensor applied in virtual rehabilitation for manual function training: an opportunity for home rehabilitation. In *Proceedings of the 5th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques* (pp. 148-151).
- Cortés-Pérez, I., Zagalaz-Anula, N., Montoro-Cárdenas, D., Lomas-Vega, R., Obrero-Gaitán, E., & Osuna-Pérez, M. C. (2021). Leap Motion Controller Video Game-Based Therapy for Upper Extremity Motor Recovery in Patients with Central Nervous System Diseases. A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sensors*, 21(6), 2065. <https://doi.org/10.3390/s21062065>
- Desrosiers, J., Bravo, G., Hébert, R., Dutil, É., & Mercier, L. (1994). Validation of the Box and Block Test as a measure of dexterity of elderly people: reliability, validity, and norms studies. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(7), 751-755.
- De Oliveira, J. M., Fernandes, R. C. G., Pinto, C. S., Pinheiro, P. R., Ribeiro, S., & de Albuquerque, V. H. C. (2016). Novel Virtual Environment for Alternative Treatment of Children with Cerebral Palsy. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2016, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2016/8984379>
- Ding WL, Zheng YZ, Su YP, Li XL. Kinect-based virtual rehabilitation and evaluation system for upper limb disorders: A case study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(4):611-621. doi: 10.3233/BMR-140203. PMID: 29578471.
- Gil-Gómez, J. A., Manzano-Hernández, P., Albiol-Pérez, S., Aula-Valero, C., Gil-Gómez, H., & Lozano-Quilis, J. A. (2017). USEQ: a short questionnaire for satisfaction evaluation of virtual rehabilitation systems. *Sensors*, 17(7), 1589.
- Holden, M. K. (2005). Virtual environments for motor rehabilitation. *Cyberpsychology & behavior*, 8(3), 187-211. doi: 10.1089/cpb.2005.8.187.
- International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) (2017). <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>
- Levac, D. E., & Sveistrup, H. (2014). Motor learning and virtual reality. In *Virtual reality for physical and motor rehabilitation* (pp. 25-46). Springer, New York, NY.
- Lloréns, R., Noé, E., Naranjo, V., Borrego, A., Latorre, J., & Alcañiz, M. (2015). Tracking systems for virtual rehabilitation: Objective performance vs. subjective experience. A practical scenario. *Sensors*, 15(3), 6586-6606.
- Martinez-Martin, E., & Cazorla, M. (2019). Rehabilitation Technology: Assistance from Hospital to Home. *Comput. Intell. Neurosci*. 2019, 1431509. doi:10.1155/2019/1431509

- Moon, J. H., Jung, J. H., Hahm, S. C., & Cho, H. Y. (2017). The effects of task-oriented training on hand dexterity and strength in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: A preliminary study. *Journal of physical therapy science*, 29(10), 1800-1802. doi:10.1589/jpts.29.1800
- Norouzi-Gheidari N, Hernandez A, Archambault PS, Higgins J, Poissant L, Kairy D. Feasibility, Safety and Efficacy of a Virtual Reality Exergame System to Supplement Upper Extremity Rehabilitation Post-Stroke: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Dec 23;17(1):113. doi: 10.3390/ijerph17010113. PMID: 31877910; PMCID: PMC6981843.
- Parsons, T. D., Gaggioli, A., & Riva, G. (2017). Virtual reality for research in social neuroscience. *Brain sciences*, 7(4), 42. doi: <https://doi.org/10.3390/brainsci7040042>
- Postolache, G., Carry, F., Lourenço, F., Ferreira, D., Oliveira, R., Girão, P. S., & Postolache, O. (2019). Serious Games Based on Kinect and Leap Motion Controller for Upper Limbs Physical Rehabilitation. In *Modern Sensing Technologies* (pp. 147-177). Springer, Cham.
- Poole, J. L., Burtner, P. A., Torres, T. A., McMullen, C. K., Markham, A., Marcum, M. L., ... & Qualls, C. (2005). Measuring dexterity in children using the Nine-hole Peg Test. *Journal of Hand Therapy*, 18(3), 348-351.
- Saavedra, E., Montoya, S., Vidal, E., Castro, E., Choquehuanca, A. & Albiol-Pérez, S. (2023). Dynamic Software Architecture Design for Virtual Rehabilitation System for Manual Motor Dexterity *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, 14(2), 2023. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140210>
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). Motor control and learning: A behavioral emphasis. *Human kinetics*.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Vamsikrishna, K. M., Dogra, D. P., & Desarkar, M. S. (2015). Computer-vision-assisted palm rehabilitation with supervised learning. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 63(5), 991-1001.
- Vanbellinghen, T., Nyffeler, T., Nigg, J., Janssens, J., Hoppe, J., Nef, T., Müri R.M., van Wegen E., Kwakkel G. & Bohlhalter, S. (2017). Home based training for dexterity in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Parkinsonism & related disorders*, 41, 92-98. doi: 10.1016/j.parkreldis.2017.05.021
- Weichert, F., Bachmann, D., Rudak, B., & Fisseler, D. (2013). Analysis of the accuracy and robustness of the leap motion controller. *Sensors*, 13(5), 6380-6393.
- World Health Organization (2017). *The Need to Scale up Rehabilitation*. World Health Organization. WHO/NMH/NVI/17.1.

Wozniak, P., Vauderwange, O., Mandal, A., Javahiraly, N., & Curticapean, D. (2016, September). Possible applications of the LEAP motion controller for more interactive simulated experiments in augmented or virtual reality. In Optics Education and Outreach IV (Vol. 9946, p. 99460P). International Society for Optics and Photonics. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2237673>

Scrumban/XP: Propuesta para mejorar la eficiencia de la gestión de proyectos ágiles en el desarrollo de software

Hubner Janampa Patilla¹, Judith Maribel Vilca Alviar², Yudith Meneses Conislla²

hubner.janampa@unsch.edu.pe; judith.vilca.27@unsch.edu.pe;
yudith.meneses@unsch.edu.pe

¹ Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 05000, localidad, Perú.

² Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 05000, localidad, Perú.

Pages: 14-32

Resumen: Al gestionar proyectos de software, las empresas mediante las metodologías ágiles tienen el reto de lograr que se adapten a los requerimientos dinámicos, alcanzar las expectativas del cliente, entregar a tiempo el producto final y mantener la calidad. Entre las metodologías ágiles con mayor demanda encontramos a Scrum, Kanban y la Programación Extrema (XP), que al momento de integrarlas se obtendría mejores resultados. Por tal motivo, esta investigación plantea una metodología híbrida de Scrumban, que junta lo mejor del marco de trabajo Scrum y el método Kanban, y posteriormente se incluye la metodología de Programación Extrema (XP) para la mejor gestión. Cuando Scrumban actúa sobre XP, se adopta lo mejor de estos marcos de trabajo, por un lado, la agilidad o empirismo, como también el sistema de gestión de flujo de trabajo transparente de Scrumban; por el otro lado, la colección de prácticas de ingeniería de software de XP. Para aprovechar estas ventajas, se planteó en un modelo. El modelo propuesto, alcanza los objetivos de la investigación, de adoptar una estrategia de desarrollo incremental, generar calidad en el resultado y generar conocimiento en equipos auto organizados a través de las iteraciones, planificación bajo demanda y la priorización de las tareas.

Palabras-clave: Scrum, Kanban, Scrumban, XP, gestión de proyectos de software, entornos ágiles.

Scrumban/ XP: Proposal to improve the efficiency of agile project management in software development.

Abstract: When managing software projects, companies through agile methodologies have the challenge of adapting to dynamic requirements, meeting customer expectations, delivering the final product on time and maintaining quality. Among the agile methodologies with the greatest demand we find Scrum, Kanban and Extreme Programming (XP), which at the time of integrating them would obtain better results. For this reason, this research proposes a hybrid Scrumban methodology, which combines the best of the Scrum framework and the Kanban

method, and later the Extreme Programming (XP) methodology is included for better management. When Scrumban acts on XP, the best of these frameworks is adopted, on the one hand, agility or empiricism, as well as Scrumban's transparent workflow management system; on the other hand, the XP Software Engineering Practice Collection. To take advantage of these advantages, a model was raised. The proposed model achieves the research objectives of adopting an incremental development strategy, generating quality in the result, and generating knowledge in self-organized teams through iterations, on-demand planning, and task prioritization of tasks.

Keywords: Scrum, Kanban, Scrumban, XP, software project management, agile environments.

1. Introducción

Desde hace una década, el desarrollo de software ágil ha estado en la industria del software. En el año 2001, diecisiete profesionales especializados en metodologías consideradas ligeras establecieron principios y características comunes en cada una, dando como resultado la “Alianza Ágil”, que constituyó el documento denominado “Manifiesto Ágil” (Mancl y Fraser, 2019).

Este momento de gran trascendencia, alentaron a las empresas a mejorar sus formas de trabajar en proyectos de software (Stol & Fitzgerald, 2018).

Para Castilla (2014), los investigadores han propuesto diferentes enfoques con el fin de encontrar métodos de desarrollo apropiados para las características específicas del proyecto de software. En este aspecto, los estudios se enfocan al uso de metodologías híbridas que combinan dos o más metodologías de desarrollo de software con el fin de aprovechar sus respectivos puntos positivos y así mejorar todo el proceso de desarrollo.

Actualmente existen varias metodologías ágiles y todos tienen diferentes características que se pueden aplicar en varios tipos de requerimientos de desarrollo de proyectos. Scrum y Kanban son los marcos ágiles más adoptados, en los dominios del desarrollo de software (Bhavsar et al., 2020).

Scrum es un marco ágil que tiene la característica de incremental e iterativo, está dedicado al desarrollo de software y gestión de proyectos, además, en entregar el producto deseado en el tiempo deseado con el valor máximo (M. Piattini, Guang-yong, et al., 2011).

Kanban tiene como objetivo monitorear el flujo de trabajo al visualizar el trabajo, minimizar el costo de producción, aumentar la calidad, limitar el trabajo en progreso (WIP) y minimizar el tiempo de ciclo, lo que a su vez conduce a entregar el producto más rápido (Bougroun, Zeaaraoui y Bouchentouf, 2014).

Scrumban es una integración ágil de Scrum y Kanban, marcos al amparo de los principios del manifiesto ágil y sobre la base del empirismo (Bhavsar et al., 2020).

La comunidad de líderes de Scrum y Kanban han conceptualizado y convencido para la formación de Scrumban con el objetivo de lograr la transparencia y la productividad del proceso (Bhavsar et al., 2020).

Considerando la posibilidad de contribución, éste trabajo presenta el marco de trabajo Scrumban, con principios y prácticas extraídos de la Programación Extrema (XP). A partir de este escenario se tiene como objetivo general utilizar Scrumban sobre la programación extrema para ayudar a la gestión de proyectos de software en entornos ágiles 2022.

2. Fundamento Teórico

2.1. Scrum

Scrum está diseñado para maximizar la capacidad del equipo hacia la productividad y la calidad. Takeuchi y Nonaka anunciaron el termino Scrum por primera vez en 1986 (Schwaber & Sutherland, 2011). Ken y Jeff, integraron Scrum con enfoques ágiles en 1993, para formar el marco estándar de gestión de ingeniería de software agile (ASEM), utilizando un enfoque iterativo e incremental. De la estrategia del juego de Rugby, definieron la idea central de Scrum.

Scrum se construye bajo los principios de ágiles y sobre la teoría del control del empirismo, que define las características clave de Scrum como los artefactos, valores, y pilares.

En esta metodología se utiliza el enfoque iterativo e incremental para mejorar la previsibilidad y manejar el riesgo (Schwaber & Sutherland, 2017).

Scrum es un marco de trabajo liviano que ayuda a las personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos (Schwaber & Sutherland, 2020).

Scrum debido a su énfasis en fomentar la agilidad, el trabajo en equipo y la mejora continua, el conjunto central de valores de Scrum está centrado en el equipo (Ladas, 2008); las cuales están conformadas por la atención, el coraje, la franqueza, el compromiso y el respeto.

El flujo de Scrum inicia cuando el propietario de producto gestiona los elementos de la cartera de productos y el refinamiento. La fase del sprint consta de cuatro eventos principales: Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review y Sprint Retrospective. Los elementos de la cartera de productos se insertan en la cartera de pedidos de Sprint durante la planificación del sprint y luego los miembros del equipo de desarrollo los llevan a cabo para su desarrollo y discuten sobre las actualizaciones durante las reuniones diarias de Scrum. El scrum master se encarga de las dificultades que si alguno ocurre durante el sprint. Los elementos de la cartera de pedidos desarrollados son inspeccionados durante la revisión del Sprint por el equipo Scrum y las partes interesadas externas. Los elementos de trabajo que cumplen con DoD (definición de terminado) se consideran para su lanzamiento como un incremento del producto. Los ciclos de sprint continúan hasta el final del desarrollo del producto.

El modelo Scrum proporciona un marco y herramientas de trabajo para el desarrollo de software y se ejecuta mediante pequeñas iteraciones llamadas Sprint. Todo el equipo se encuentra capacitado y comprometido demostrándolo al final de un sprint y, al mismo tiempo, el equipo trata de mejorar constantemente asumiendo los aprendizajes de un

sprint a otro. Además, este modelo define ciertos roles para facilitar y gestionar el trabajo en equipo (Bhavsar et al., 2020).

2.2. Kanban

Kanban está diseñado para la gestión transparente del flujo de trabajo mediante la visualización del estado actual de cada elemento de trabajo, enfocado en el objetivo del sistema de programación, en la fabricación ajustada y la entrega justo a tiempo en la empresa Toyota, en el cual, buscaba alcanzar limitar el trabajo en proceso (WIP) (Ohno, 1988). Kanban se deriva de las prácticas de manufactura esbelta, al generar procesos innecesarios para reducir la pérdida de tiempo. Los elementos de trabajo se presentan como una tarjeta en el tablero Kanban y visibles para todos en la organización, de esta manera permite la transparencia sobre cada elemento del trabajo y su estado (Bhavsar et al., 2020).

El flujo de Kanban inicia con los requerimientos de desarrollo de productos donde se convierten en elementos de la cartera de productos con la priorización de cada una de ellos.

Estos elementos de la tarjeta constan de un alista de tareas donde los elementos de la tarjeta se clasifican en principalmente tres categorías: “Por hacer”, “En proceso” y “Terminado”

Los elementos de trabajo se colocan en la lista de tareas pendientes “Por hacer” según la capacidad del equipo de desarrollo. De acuerdo con el límite WIP, cada desarrollador toma solo un elemento de trabajo en proceso. Los elementos completados se vuelven a la lista “Terminado” (Bhavsar et al., 2020).

El método Kanban esta guiado por los siguientes valores: la transparencia, consiste en que deben estar visibles el flujo de trabajo, los estados de trabajo, los parámetros, las peticas y las restricciones; el equilibrio, consiste en comprender el equilibrio entre los diferentes aspectos, puntos de vista y capacidades; la colaboración, consiste en trabajar juntos y comprometidos; el foco en el cliente, consiste en ir más allá de una perspectiva centrada en la actividad o centrada en el producto; el flujo, al estar en este estado, las personas son más felices y productivas; el liderazgo, un buen liderazgo y una buena gestión crean las condiciones en las que prospera la autoorganización; el entendimiento, es primordial que las personas tengan claro el proceso; el acuerdo, sin un acuerdo no se puede lograr un desempeño significativo y sostenible y por ultimo tenemos el valor del respeto, que consiste en respetar los roles y formas de trabajos actuales (Anderson & Carmichael, 2016).

Las características fundamentales que representan la fortaleza del método de trabajo Kanban esta determina por: se requiere de poco aprendizaje, simple construcción y baja inversión inicial y operacional (Pérez, 2016).

Kanban se enfoca en visualizar el flujo de trabajo, mejorar el proceso del flujo de trabajo al limitar la cantidad de elementos de Work in Progress (WIP) en diferentes etapas y, finalmente, mejorar el proceso en los plazos de entrega orientados en ser más pequeños y predecibles (Bhavsar et al., 2020).

2.3. Metodología Programación Extrema XP

La expresión fue incorporada por Beck (2000) puesto que el enfoque está enmarcado en la implementación de reconocidas buenas prácticas, así mismo, como el desarrollo iterativo, y la involucración del cliente en niveles “extremos”. En XP, todos los requerimientos del cliente se enuncian como situaciones (denominados historia de usuarios), este artefacto se implementa claramente de tareas. Los principios más destacados de esta metodología es la programación en parejas y el enfoque de que antes de desarrollar código se ejecute las pruebas de cada tarea. Así mismo, las pruebas en su totalidad deben tener un resultado satisfactorio para integrar el código nuevo al software (Borja López et al., 2005).

El éxito de XP depende del uso que las personas se vuelvan más competentes al practicar los cinco valores de esta metodología: Comunicación, simplicidad, retroalimentación, coraje y respeto.

El ciclo de vida de la programación extrema inicia con la primera fase Exploración, donde los clientes plantean a grandes rasgos las historias de usuario y se prueba la tecnología, además de explorar las posibilidades de la arquitectura del sistema construyendo un prototipo. En la segunda fase de Planificación, el cliente establece la prioridad de cada historia de usuario y los programadores realizan una estimación del esfuerzo mediante puntos, esta fase tiene como resultado el plan de entregas. En la tercera fase de Iteración y lanzamientos, incluye varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado, además el cliente decide que historias se implementaran en cada iteración. En la tercera fase de Producción, se realizan pruebas adicionales y revisiones de rendimiento, además se toman decisiones de incluir nuevas características a la versión actual. En la cuarta fase de Mantenimiento, mientras que el sistema se encuentra en funcionamiento del proyecto debe desarrollar nuevas iteraciones donde se logra mediante tareas de soporte al cliente. En la quinta fase de Muerte de proyecto, se realiza cuando el cliente no tiene más historias para ser incluidas al sistema o el sistema no genera los beneficios esperados por el cliente finalizando con la elaboración de la documentación final (Borja López, 2013).

En XP se generan varios artefactos como las tarjetas de historias de usuario (Story Card), las tarjetas de tareas para la descarga de documentos, el código, las pruebas unitarias y de integración y las pruebas de aceptación. Los artefactos son importantes para conocer cuál fue el proceso de desarrollo del software y lograr entender cómo está construido el sistema, así como la ruta a seguir para agregar funcionalidad al sistema (Pérez, 2011).

La metodología XP está encaminada en siete roles: cliente, es quien valida la implementación del proyecto; el encargado de pruebas, es quien apoya al cliente en escribir las pruebas funcionales del sistema; el encargado de seguimiento, es el responsable del seguimiento del desarrollo del proceso XP; el entrenador, es el encargado del proceso XP en general; el consultor, es un miembro especializado externo del equipo y por último el gestor, es el intermediario entre quienes usaran el sistema y el equipo desarrollador (Beck & Andreas, 2004).

Las prácticas esenciales de XP está enfocado al desarrollo de sistemas mediante buenas prácticas para llevarla al extremo mediante: entregas limitadas o pequeñas, donde se soluciona las características principales a tiempo; semana de trabajo de 40 horas,

consiste en trabajar en forma intensa para después tomar un descanso; cliente en el sitio, consiste en contar con la participación del experto del negocio, y por último la programación en pareja, que consiste elegir a un compañero de trabajo pruebas (Kendall & Kendall, 2011, p. 171).

2.4.Marco de trabajo Scrumban

Para (Pérez Pérez, 2012) “es una metodología originaria de las guías Scrum y Kanban”.

Para Khan (2014) el framework Scrumban utiliza las buenas características de ambos modelos “Utiliza la naturaleza prescriptiva de Scrum para ser ágil (equipos autoorganizados, superación personal, flujo de información constante, etc.) y por otro lado fomenta la mejora de procesos utilizando Kanban” (p.46).

Scrumban no se trata de usar solo algunos elementos de Scrum y Kanban para crear un proceso de desarrollo de software. Mas bien, enfatiza la aplicación de sistemas Kanban dentro de un contexto de Scrum y la superposición del Método Kanban junto con Scrum como un vehículo para el cambio evolutivo, en última instancia, se trata de ayudar y ampliar las capacidades que ya son inherentes a Scrum, además de proporcionar nuevas perspectivas y capacidades (Reddy, 2014).

Scrumban es muy destacado por sus principales actividades que realiza, las cuales se basan en: Visualizar el flujo de trabajo, es el corazón de Kanban que consiste en visualizar el flujo de proceso de las historias de usuario durante cada etapa de desarrollo de software; Cola de trabajo, consiste en las colas de trabajo que presenta Kanban que permite modificaciones de los sprint cuando sea solicitado; Limitar el trabajo en progreso (WIP), esta característica consiste en respetar la capacidad de tareas empleadas en cada etapa según el rendimiento del equipo; Reglas explícitas, consiste en que todos los integrantes del equipo puedan atribuirse actividades libremente para alcanzar un flujo de labores más dispuestos y eficiente; Reuniones en Scrumban, se orienta a reducir el número de reuniones solo las que sean relevantes; Reuniones de planificación, se enfoca en reducir el tiempo con el objetivo de renovar el backlog cuando lo amerite (Reddy, 2016).

El trabajo de Scrumban se divide en procesos iterativos y se monitorea con la ayuda del tablero visual de Kanban. Así mismo, brinda al equipo la facilidad de incluir constantemente las historias de usuario sin sentirse saturado por el proceso y finalmente, facilita eficiencia del trabajo mediante la determinación del tiempo en el desarrollo del proyecto, logrando obtener la calidad en un menor tiempo (Yodiz, 2015).

Como marco independiente centrado en los resultados finales, Scrumban aporta tres valores: Empirismo, siempre optan por las teorías; humildad, los sistemas cambian constantemente y estamos aprendiendo constantemente;

Interacción constructiva, Siempre habrá marcos y métodos de gestión en competencia (Ladas, 2008).

2.5.Relación de Scrumban con el pensamiento ágil

Según (Reddy, 2014) el manifiesto ágil describe cuatro principios básicos:

1. Individuos e iteraciones sobre procesos y herramientas.
2. Software de trabajo sobre documentación completa.
3. Colaboración con el cliente sobre la negociación del contrato.

Claramente, Scrum incorpora estos principios de manera bastante efectiva.

Prescribe periodos cortos de entrega de software incremental. Sus circuitos de retroalimentación incorporados están diseñados para facilitar un enfoque de “inspección y adaptación” en lugar de recopilar requisitos. Prescribe la participación del cliente a nivel de equipo (Reddy, 2014).

En muchos contextos de desarrollo de software, el marco de Scrum no proporciona una guía específica sobre cosas como la interoperabilidad entre equipos de desarrollo, y excluye intencionalmente cualquier marco formal para administrar dependencias de recursos externos (Reddy, 2014).

Scrumban ayuda con tales desafíos debido a su énfasis en optimizar el flujo de trabajo a través de un proceso Scrum existente. Cataliza la maduración de las características clave de Scrum/ Agile en lugar de introducir algo nuevo o diferente (Reddy, 2014).

3. Análisis de Scrumban sobre la Programación Extrema

Análisis comparativo. Para un mejor estudio de la metodología XP y el marco Scrumban, se analizará de manera detallada según diferentes parámetros.

Característica	XP	Scrum	Kanban	Scrumban
Tiempo de Iteración	De 2 a 6 semanas	De 2 a 4 semanas	Flujo continuo. La liberación de los entregables se da en base a las necesidades.	Flujo iterativo e incremental de forma continua en base a eventos o necesidades.
Tamaño del equipo de trabajo	Menos de 30 personas.	Equipos pequeños, multifuncionales y autoorganizados (4 a 10 personas).	Sin prescripción	Equipos pequeños especializados y multifuncional.
Manera que se muestra la comunicación	De frente (cara a cara). Practica de reuniones diarias de pie. Se realiza mediante los artefactos.	Prácticas de reuniones diarias de pie. Además de Reuniones de retrospectiva.	De frente (cara a cara). Mediante el tablero Kanban. Los integrantes del equipo son libres de elegir sus procesos.	Prácticas de reuniones diarias de pie. Mediante el tablero Kanban. Reuniones de retrospectiva.
Tamaño del proyecto	Proyectos pequeños.	Proyectos pequeños y medianos.	Proyectos de corta y mediana duración.	Proyectos de corta y mediana duración.
Involucración del cliente	Cliente comprometido. Comunicación expresiva.	Cliente comprometido a través del rol de Product Owner.	Cliente involucrado	Cliente comprometido. Comunicación expresiva. El cliente decide prioridades.

Característica	XP	Scrum	Kanban	Scrumban
<i>Documentación del proyecto</i>	Documentación básica, código autodocumentado	Documentación básica.	Evade la documentación. Los procesos son definidos por el equipo.	Se implementa una documentación necesaria.

Tabla 1 – Análisis Comparativo de las Metodologías Ágiles: XP, Scrum, Kanban y Scrumban.

XP	Scrum	Kanban	Scrumban	Nota
Fase de Exploración. Fase de Planificación.	Sprint Planning	No define	Sprint Planning	Se realizan actividades Similares
Fase de Interacción y lanzamientos. Fase de Producción.	Daily Scrum	No define	-	Scrumban adquiere el Daily Scrum de Scrum.
Fase de Mantenimiento	-	-	-	Este evento es propio de XP.
Fase de Muerte.	Sprint Review	No define	Sprint Review	Scrumban adquiere el Sprint Review de Scrum. Las fases de XP son similares.
-	Sprint Retrospective	No define	Sprint Retrospective	Scrumban adquiere el Sprint Retrospective de Scrum.

Tabla 2 – Comparación de los Eventos de las Metodologías: XP, Scrum, Kanban y Scrumban

XP	Scrum	Kanban	Scrumban	Nota
Historias de Usuario	Product Backlog	No define	Product Backlog	Se realizan actividades Similares
Tareas de ingeniería	Sprint Backlog	No define	Sprint Backlog	Se realizan actividades Similares
-	-	Tablero de Kanban	Tablero Kanban	Scrumban adopta el tablero Kanban y este puede tener más funcionalidades
Pruebas de aceptación		-	-	Estos artefactos son propios de XP
Tarjetas CRC		-	-	Estos artefactos son propios de XP
	Incremento	-	Incremento	Scrumban adquiere Increment Scrum

Tabla 3 – Comparación de los Artefactos de las Metodologías: XP, Scrum, Kanban y Scrumban.

Parámetro	XP	Scrum	Kanban	Scrumban	Nota
Roles	Cliente	Product Owner	El Gestor de Peticiones de Servicio	Los roles necesarios.	Se realizan funciones similares
	Entrenador (Coach)	ScrumMaster	No define	Los roles necesarios	Se realizan funciones similares
	Encargado de pruebas	Development Team	El Gestor de Prestación de Servicio	Los roles necesarios	Los roles de XP están involucrados en development team de Scrum y así mismo en el Gestor de Prestación de Servicio del marco de Kanban.
	Encargado de seguimiento				
	Consultor				
	Gestor				

Tabla 4 – Comparación de Roles de las Metodologías: XP, Scrum, Kanban y Scrumban.

Parámetro	XP	Scrum	Kanban	Scrumban	Nota
Valores	Coraje	Coraje	Liderazgo	-	Similares
	Respeto	Respeto	Respeto	-	Iguales
	Retroalimentación	-	Entendimiento Transparencia Equilibrio	Interacción constructiva	Todos los valores se integrarán en la Retroalimentación de XP.
	Simplicidad	-	-	-	Se incluirá
	-	Compromiso	Colaboración	Humildad	Estos valores se integrarán en el compromiso del marco Scrum.
	-	Atención	Foco en el cliente.	-	Similares
	Comunicación	Franqueza	Acuerdo	-	Estos valores tienen relación y se integrará en la comunicación de XP.
	-	-	-	Empirismo	Se incluirá
	-	-	Flujo	-	Se incluirá en el modelo.

Tabla 5 – Comparación de Valores de las Metodologías: XP, Scrum, Kanban y Scrumban.

	Kanban	Scrumban	Scrum	XP	Nota
<i>Prácticas y Principios</i>	Visualización de flujo de trabajo.	Visualizar el flujo de trabajo.	-	-	Prácticas iguales
	Limitar el trabajo en curso (WIP) Scrumban.	Limitar el trabajo en progreso (WIP).	-	-	Prácticas iguales
	Medir el tiempo de entrega.	-	Bloque de tiempo asignado.	-	Prácticas similares
	-	Autoorganización	Autoorganización	-	Prácticas iguales
	-	Reuniones en Scrumban. Reuniones de planificación.	Reuniones.	-	Prácticas similares
	-	-	Desarrollo iterativo		Se incluirá
				Entregas pequeñas	Se incluirá
	-	Reglas explícitas	-	-	Estas prácticas se incorporarán en el modelo planteado
	-	-	Colaboración	-	
				Recodificación	
				Metáfora	
				Ritmo sostenido	
				Estándares de codificación.	
				Cliente en sitio	Esos valores son propios de XP.
				Programación en pareja.	
				Recodificación	

Tabla 6 – Comparación de los Principios y Practicas de las Metodologías: XP, Scrum, Kanban y Scrumban.

4. Análisis de Integración

Se puede usar este documento para la base de la edición final del artículo que se va a enviar.

Dada el análisis comparativo, se desarrollará el análisis de integración para reforzar las debilidades que presentan los marcos de trabajo para mejorar la gestión de proyectos de software en entornos ágiles.

Parámetro	Modelo Propuesto	Observación
Eventos	Sprint Planning	Con la ayuda del análisis comparativo, se pudo sintetizar los eventos del marco híbrido Scrumban para su posterior diseño e implementación.
	Daily Scrum	
	Kanban Board	
	Sprint Review	
	Sprint Retrospective	

Tabla 7 – Integración de los Eventos para el Modelo Propuesto.

Parámetro	Modelo Propuesto	Observación
Roles	Product Owner.	Con la ayuda del análisis comparativo, se identificó los roles esenciales de Scrumban.
	ScrumMaster	
	Development Team.	

Tabla 8 – Integración de los Roles para el Modelo Propuesto.

Parámetro	Origen	Modelo Propuesto	Observación
Artefactos	XP	Historia de Usuario.	Teniendo en cuenta la importancia de los requerimientos del cliente, se ve por conveniente utilizar este artefacto para mejorar la organización de la información.
	Scrum	Product Backlog. Sprint Backlog. Increment.	Estos artefactos son heredados de Scrum a Scrumban.
	Kanban	Tablero Kanban.	Es el artefacto importante de Scrumban.

Tabla 9 – Integración de los Artefactos para el Modelo Propuesto.

Parámetro	Origen	Modelo Propuesto	Observación
Valores	XP	Comunicación Respeto Retroalimentación Coraje	Nos damos cuenta que los valores de XP predominan ante los demás, ya que ésta abarca casi todos los valores de los marcos de trabajo.
	Scrum	Compromiso	
	Scrumban	Empirismo	
	Kanban	Flujo Foco en el cliente	

Tabla 10 – Integración de los Artefactos para el Modelo Propuesto.

	Origen	Modelo Propuesto	Observación
Prácticas y Principios	Kanban y Scrumban	Visualización de flujo de trabajo. Limitar el trabajo en curso (WIP) Scrumban. Medir el tiempo de entrega.	Se implementarán estas prácticas y principios de los diferentes marcos de trabajo y metodología ágil XP.
	Scrumban y Scrum	Autoorganización Reunión	
	Scrum	Colaboración	
	Scrum y XP	Desarrollo iterativo	
	XP	Metáfora Ritmo sostenido Estándares de codificación.	

Tabla 11 – Integración de los prácticas y principios para el Modelo Propuesto.

5. Modelo Propuesto

5.1. Descripción general

La figura 1, representa el flujo de la metodología de Scrumban propuesto mediante la adopción de elementos principales de Scrum y Kanban, además de insertar las buenas prácticas y artefacto de la Programación Extrema.

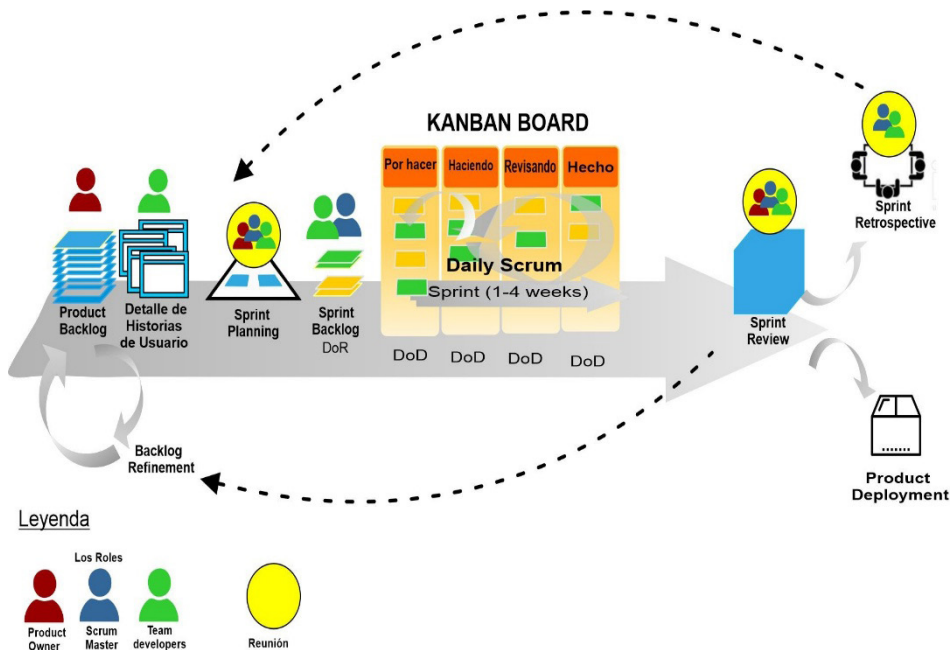


Figura 1 – Flujo del Modelo Propuesto del método híbrido Scrumban/ XP

El flujo inicia con los elementos que van a ser desarrollados donde se recopilan mediante el artefacto “Product Backlog”, así mismo se refinan con la frecuencia que el cliente solicita los cambios. El proceso de refinamiento consiste en la priorización de las Historias de Usuario según la regla del negocio, además, estos requerimientos se detallan empleando las Historia de Usuario de la metodología de XP para una mayor comprensión y delimitación. Seguidamente pasan al evento Sprint Planning, donde acuerdan un objetivo de Sprint que define lo que se supone que alcanzará el próximo Sprint, además. En Kanban Board, las tareas se trasladan de izquierda a derecha dependiendo del estado que se encuentren “haciendo”, “revisando” y “terminado o hecho”, en cada proceso de desarrollo de software, así mismo en este evento, el cliente cuenta con una participación activa donde conforman que DOD (definición de listo) se considerara para el lanzamiento del producto. Los elementos completados que confirman el DOW (definición de flujo de trabajo) se trasladan al evento Scrum Review donde el equipo de Scrumban y las partes interesadas (cliente gerente, dueños del negocio, etc.) inspeccionan las tareas completadas.

5.2. Actores del modelo propuesto

El modelo planteado propone a los miembros que tienen como objetivo lograr el propósito de obtener un producto final satisfactorio al cliente. Para tal caso, el equipo de trabajo está garantizado por el Product Owner, ScrumMaster y Development Team. Así mismo, la cantidad ideal de integrantes es de 4 a 9 personas.

- a. Product Owner: Su responsabilidad es garantizar el éxito del proyecto requerido y cumplir con el cliente, además debe traducir y listar los requerimientos del proyecto según la demanda del cliente. Así mismo, proporciona la prioridad adecuada para cada requisito según el cliente, ordenando el valor de mayor a menor. El propietario del producto debe facilitar la comunicación entre los clientes y el equipo de ser necesario.
- b. Scrum Master: Es un líder que dirige al equipo hacia el logro del propósito. Su responsabilidad es lograr la efectividad del equipo eliminando cualquier dificultad que se presenta. El equipo se organiza y se gestiona a si mismo con un alto grado de autonomía y responsabilidad.
- c. Development Team: Son los miembros que están trabajando en el proceso de desarrollo del producto. No hay una autoridad sobre los desarrolladores, el equipo es autoorganizado, ellos tienen la autoridad de organizarse de manera adecuada para lograr el propósito.

5.3. Reuniones del modelo propuesto

Este modelo considera tres reuniones importantes: Planificación del sprint, Sprint Review y el Sprint Retrospective.

- a. Planificación del sprint: Se debe realizar una reunión después de producir el product backlog para discutir y elegir las tareas apropiadas que se realizaran durante el próximo sprint. Asimismo, se discute los detalles de las tareas y se estima el tiempo del sprint. Es importante la presencia de todos los miembros del equipo para compartir las sugerencias y opiniones sobre cómo realizar el trabajo.

- b. **Sprint review:** Es una reunión donde concluyen todos los miembros del equipo Scrumban, incluyendo a los interesados claves; para presentar los resultados del trabajo al cliente y recopilar los comentarios sobre las funciones producidas. Esta reunión se lleva a cabo posterior a la prueba de calidad de la tabla Kanban.
- c. **Sprint retrospective:** Esta reunión ocurre después de culminar el sprint y antes de empezar un nuevo sprint. El objetivo de esta reunión es discutir cómo fue su trabajo en el sprint anterior, cuales fueron los errores que cometieron y como pueden superar dichos errores en el próximo sprint. Asimismo, esta reunión permite al Scrum Master y al Development Team, también puedan discutir las mejoras de su trabajo.

5.4.Artefactos del modelo propuesto

- a. **Producto backlog:** Es una lista ordenada de demandas del cliente, donde se divide y prioriza las tareas en forma de historia de usuario.
- b. **Historia de Usuario:** Es la técnica utilizada por la metodología XP, son tarjetas de papel donde se describe de manera mas detallada y organizada los requerimientos del cliente.
- c. **Sprint backlog:** Contiene todas las tareas y sus detalles, además de la estimación de tiempo que cada requisito que debe cumplir en el sprint. Así mismo, se seleccionan las tareas con alta prioridad se ejecutan en primacia.
- d. **Tablero Kanban:** Es un tablero físico (comprendido por notas adhesivas) o digital, administrado por el Scrum Master donde se puede seguir el progreso del trabajo del proyecto en general, además del trabajo de cada sprint. Este tablero está dividido en tres columnas: Por hacer (contiene el trabajo pendiente del sprint), en proceso (contiene las tareas que se está realizando, además se puede dividir en columnas y filas según sea necesario, así mismo se limita el número de tareas (WIP) que se realizan al mismo tiempo) y terminado (contiene tareas completadas del sprint).

5.5.Eventos del modelo propuesto

- a. **Sprint Planning:** Es la planificación del sprint, el equipo de trabajo decide las tareas que se ejecutaran en el sprint y darán inicio, además determinan el tiempo que conllevara.
- b. **Daily Scrum:** Los miembros del equipo tiene que reunirse diariamente para discutir el flujo de trabajo del sprint, lo que hicieron ayer, lo que harán hoy y lo que harán mañana.
- c. **Sprint Review:** Este evento se realiza al finalizar el Sprint, donde se recopila la retroalimentación del producto que se ha alcanzado en el Sprint.
- d. **Sprint Retrospective:** Este evento se realiza para discutir que salió bien durante el Sprint y que se debe mejorar en el próximo sprint.

5.6.Prácticas y principios del modelo propuesto

- a. **Visualización de flujo de trabajo:** Es la visualización del tablero Kanban mediante tarjetas que describen tareas, a la vez están organizadas en columnas para percibir los elementos de flujo de trabajo.

- b. Limitar el trabajo en curso (WIP) Scrumban: Consiste en respetar la capacidad de tareas desarrolladas en cada etapa de trabajo según la capacidad del equipo.
- c. Medir el tiempo de entrega: Consiste en estimar un tiempo para terminar una tarea, de esta manera mejora el flujo y la culminación de proyecto en menor tiempo.
- d. Autoorganización: El equipo reconoce el papel de la dirección dentro de límites específicos.
- e. Reunión: Existe la presencia de reuniones con cambios significativos como, el número veces que se desarrolla las reuniones.
- f. Colaboración: Esta relacionado con el trabajo colaborativo de la conciencia, articulación y la apropiación.
- g. Desarrollo iterativo: Esta enfocado en el desarrollo iterativo y destaca la administración de los cambios y la construcción de productos para alcanzar las expectativas del cliente.
- h. Simplicidad: Un diseño simple se implementa más rápidamente que uno complejo.
- i. Metáfora: Reside en explicar de manera sencilla el propósito del proyecto, así mismo, guiar la estructura y arquitectura del mismo.
- j. Ritmo sostenido: Reside en llevar un ritmo sostenido de trabajo. Anteriormente esta práctica se denominaba “semana de 40 horas”.
- k. Estándares de codificación: Normas definidas por los desarrolladores para tener un código legible.

5.7. Valores del modelo propuesto

- a. Comunicación: Consiste en la comunicación cara a cara entre los desarrolladores y el cliente, gracias a esto, el equipo puede realizar cambios que el cliente requiera.
- b. Respeto: Consiste en promover el trabajo en equipo, donde cada integrante del proyecto forma parte integral del equipo encargado de desarrollar software de calidad. El equipo trabaja como uno, sin realizar decisiones repentinas.
- c. Retroalimentación: Este valor permite que los desarrolladores lleven y dirijan el proyecto en una dirección óptima donde el cliente lo requiera.
- d. Coraje: Radica en que los desarrolladores estén preparados al cambio repentino y afrontar las actividades tempranamente; a través de apoyo y recursos a su disposición.
- e. Compromiso: El equipo tiene control sobre sí mismo para lograr el éxito del proyecto.
- f. Empirismo: Están enfocados en la teoría, como los resultados verificables de las afirmaciones.
- g. Flujo: El equipo desarrolla su trabajo de manera productiva y motivada mediante la concentración que está desarrollando.
- h. Foco en el cliente: Consiste en involucrarse en la perspectiva centrada de la actividad o en el producto.

5.8. Herramientas web de gestión de proyectos con apego al modelo propuesto

ScrumDo

Reddy (2016), ScrumDo permite una configuración sencilla con un asistente y planificación de proyectos a nivel de iteración o nivel de lanzamiento. Es fácil rastrear y desplazar las historias de usuario en su iteración o en un nivel de flujo continuo.

6. Aplicabilidad del modelo propuesto

Para evaluar la propuesta planteada, se desarrolló un software de pagos para el Colegio de Ingenieros del departamento de Ayacucho, con el fin de controlar los pagos.

El flujo reflejado en la Figura 1, representa la variación del Sprint 1, relacionadas con tiempo y los lanzamientos de tareas, en la que se muestra el estado acumulado de las tareas programadas. Este diagrama nos permitió identificar los cuellos de botella, pronosticar el proceso y administrar el alcance. El primer sprint del proyecto se desarrolló con continuidad del flujo de trabajo planeado, cumpliendo con el tiempo establecido y las metas planteadas de manera satisfactoria. El resultado fue favorable gracias a la implementación de Scrumban sobre la programación extrema para ayudar a la gestión de proyectos de software en entornos ágiles.

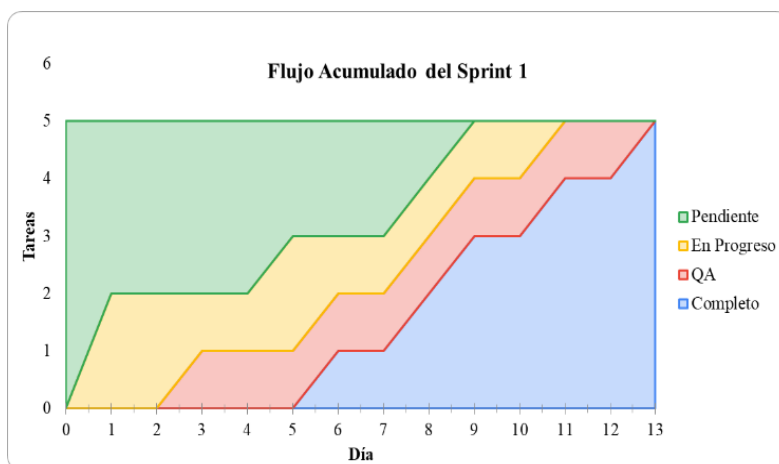


Figura 2 – Flujo Acumulativo del Sprint 1

En resumen, luego del análisis sobre la gestión del proyecto implementado, se puede observar tres puntos importantes, Scrumban a través de sus iteraciones ayuda a la gestión de proyectos de software para optar una estrategia de desarrollo incremental; la planificación bajo demanda ayuda a generar calidad en el resultado y, por último, a través de la priorización genera conocimientos en equipos auto organizados.

7. Conclusiones

Esta investigación se ha propuesto la combinación híbrida de Scrum y Kanban, con la integración de la metodología XP para producir un marco de trabajo Scrumban/XP. Este marco se propone para mejorar la eficiencia de la gestión de proyecto de software en entornos ágiles y superar las debilidades de las metodologías anteriores.

La adopción del modelo propuesto de Scrumban sobre XP, obtuvo resultados significativos, mejorando las prácticas en la gestión de proyectos de software, en los aspectos de comunicación entre equipos a través de las iteraciones continuas y la auto organización, en la organización de sus artefactos, en la dinámica de los procesos de planificación, ejecución y seguimiento de las actividades vinculadas a los proyectos mediante el tablero Kanban y en la calidad de los resultados del proyecto.

En ese sentido, la implementación de Scrumban sobre XP demostró transformaciones importantes en el proyecto ejecutado, dejando como modelo en cuanto a la forma de conducir los proyectos de software.

En general, su aplicación brindó mejores resultados en la planificación y ejecución de proyecto.

En vista de los aspectos demostrados en la investigación, se presentan algunas demandas con interés en el uso de Scrumban/XP, en proyectos de características diferentes:

Aplicación de Scrumban/XP en proyectos de investigación y marketing;

Adecuación de las fases de Scrumban/XP enfocado en la producción de trabajos menores, como monografías, tesis, artículos.

Finalmente, éste trabajo busca presentar al mundo científico los beneficios de integrar metodologías ágiles, para lograr mejores resultados en el desarrollo de software. Para ello, históricamente los métodos siempre han surgido de otros métodos y si han evolucionado, con Scrum, XP, Kanban y actualmente una propuesta diferente Scrumban/ XP.

Referencias

- Beck, K., & Andreas, C. (2004). *Extreme Programming Explained* , Second Edition. <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780321278654/samplepages/9780321278654.pdf>
- Bhavsar, K., Shah, V., & Gopalan, S. (2020). Scrumban: An Agile Integration of Scrum and Kanban in Software Engineering. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(4), 1626–1634. <https://doi.org/10.35940/ijitee.d1566.029420>
- Borja López, Y. (2013). *Metodología Ágil de Desarrollo de Software – XP*. Espe Mevast, 10.
- Borja López, Y., Kendall, K. E., Kendall, J. E., Beck, K., Matter, F., Fowler, M., Fowler, M., Sommerville, I., Pressman, R., Kuusinen, K., Gregory, P., Sharp, H., Barroca, L., Taylor, K., Wood, L., Runeson, P., Host, M., Rainer, A., Regnell, B., ... Meneses, C. D. (2005). Planning Extreme Programming Kent Beck Martin Fowler. In *October* (Vol. 283, Issue 1). https://doi.org/10.1007/978-3-319-57633-6_9

- Kendall, K., & Kendall, J. (2011). *Análisis y Diseño de Sistemas*. In Ed. PEARSON EDUCACIÓN.
- Pérez, O. (2011). Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP - SCRUM. *Inventum*, 10, 64–78.
- Pérez Pérez, M. J. (2012). *Guía Comparativa de Metodologías Ágiles*. Universidad de Valladolid, 3–117. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1495/1/TFG-B.117.pdf>
- Reddy, A. (2014). The Scrumban Revolution. In *Igarss 2014* (Issue 1).
- Mancl, D., & Fraser, S.D. (2019). XP 2019 Panel: Agile Manifesto – Impacts on Culture, Education, and Software Practices. In: Hoda, R. (ed) *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming – Workshops. XP 2019. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 364. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30126-2_17
- Stol, K. J., & Fitzgerald, B. (2018). The ABC of software engineering research. *ACM Trans Softw Eng Methodol*, 27(3), 1-51. <https://doi.org/10.1145/3241743>
- Castilla, D. (2014). *A Hybrid Approach Using RUP and Scrum as a Software Development Strategy*. UNF Theses and Dissertations. 514. <http://digitalcommons.unf.edu/etd/514>. 2014.
- K. Bhavsar, V. Shah y S. Gopalan, “Scrum: una reingeniería de procesos ágil en ingeniería de software”, *Revista internacional de tecnología innovadora e ingeniería de exploración (IJITEE)*, vol. 9, número 3, págs. 840-848, 2019. ISSN: 2278-3075, DOI: 10.35940/ijitee.C8545.019320.
- RV Anand & Dr. M. Dinakaran, “Métodos ágiles populares en el desarrollo de software: revisión y análisis” *Revista internacional de avances científicos y técnicos*, vol. 2, número 4, págs. 147-150, 2016. ISSN: 2454-1532.
- Nuevo, Eva del, Mario Piattini, and Francisco J. Pino, “Metodología Basada en Scrum para el Desarrollo de Software Distribuido”, *IEEE*, Vol.23, págs. 66–74, 2011.
- Guang-yong, “Estudio y práctica del desarrollo de software ágil Import Scrum”, In *Communication Software and Networks (ICCSN)*, 2011 IEEE 3rd International Conference, págs. 217–220, 2011.
- Bougroun, Zearaoui y Bouchentouf, “La proyección de las prácticas específicas del tercer nivel del modelo CMMI en métodos ágiles: Scrum, XP y Kanban”, en *ciencia y tecnología de la información (CIST) en IEEE*, págs. 174-179, 2014.
- Ladas (2008). *Scrumban Essays on Kanban systems for Lean Software Development*. Disponible: <https://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=SQFdAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Scrumban-Essays+on+Kanban+Systems+for+Lean+Software+Development&ots=c89XRBXGNg&sig=I59JUW5uUe2KD-dWgc-LuJnkQKd8#v=onepage&q=Scrumban-Essays%20on%20Kanban%20Systems%20for%20Lean%20Software%20Development&f=false>
- T. Ohno, “Sistema de producción de Toyota: más allá de la producción a gran escala”, Productivity Press, pág. 29, 1988. ISBN 0-915299-14-3.

- Anderson, David & Carmichael, A. (2016). KANBAN ESENCIAL CONDENSADO (D. J. A. [and] A. C. Description: (ed.); First edit). ISSN: 9780984521425.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). La Guía Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego. 17. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>
- J. Sutherland y K. Schwaber, “The Scrum Papers: Nut, Bolts, and Origins of an Agile Framework”, Scrum Inc., borrador: 29 de enero de 2011, París.

Reflexiones frente a la Conciliación Virtual en Colombia

Adriana Patricia Arboleda López¹, Luis Fernando Garces Giraldo²,
Jovany Sepúlveda Aguirre³, Diego Alejandro Correa⁴

aarboleda@americana.edu.co; lgarces@americana.edu.co; jasepulveda@americana.edu.co;
dcorrea@americana.edu.co.

¹ Abogada, Especialista y Magíster en derecho procesal, Doctora en derecho procesal (Universidad de Medellín), Posdoctora en derecho (Universidad Nacional de Colombia), Posdoctora en Educación (Universidad Simón Bolívar), Docente Investigadora Senior. (Corporación Universitaria Americana) Residencia: Carrera 42#52-36, código postal: 050012, Medellín, Colombia

² Doctor en Filosofía Universidad Pontificia Bolivariana. Posdoctor en derecho (Universidad Nacional de Colombia), Docente Investigador Senior (Corporación Universitaria Americana). Residencia: Carrera 42#52-36, código postal: 050012, Medellín, Colombia

³ Doctorado en Estudios Organizacionales, Magister en Gestión de la Innovación, Cooperación y Desarrollo Regional. Integrante del grupo de Investigación AGLAIA de la Corporación Universitaria Americana <https://orcid.org/0000-0002-1047-6673>. Residencia: Carrera 42#52-36, código postal: 050012, Medellín, Colombia

⁴ Doctor en Filosofía, Exsecretario de educación del Municipio de Copacabana, investigador Asociado, Docente investigador de la Corporación Universitaria Americana y Docente de Postgrado de la Universidad Católica Luis Amigo sede Medellín y del Tecnológico de Antioquia. Scopus Author ID: 14518956500, <https://orcid.org/0000-0001-9528-2853>. Residencia: Carrera 42#52-36, código postal: 050012, Medellín, Colombia

Pages: 33-44

Resumen: La conciliación virtual presenta evolución para el Derecho, en particular para los mecanismos alternativos de solución de conflictos. El propósito del artículo es presentar reflexiones frente a la figura jurídica de la conciliación virtual, como una herramienta útil para la solución de conflictos, que facilita la comunicación en las audiencias a través de medios tecnológicos, con el apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en adelante TIC, en búsqueda de fortalecer la convivencia pacífica, el diálogo y la concertación. La metodología utilizada fue la documental, jurídica dogmática, estudiando las estructuras del derecho objetivo y el ordenamiento normativo jurídico en lo relacionado con la conciliación virtual. Entre los resultados más importantes, se encontró la necesidad de capacitaciones masivas en el uso de las TIC, que faciliten la conciliación virtual para usuarios y conciliadores logrando con ello la descongestión judicial. Entre las conclusiones más relevante se encuentra que la conciliación virtual genera mayor cultura de diálogo en la resolución de conflictos por su facilidad, rapidez y economía.

Palabras-clave: Conciliación, virtual, solución de conflictos, descongestión judicial.

Reflections on Virtual Conciliation in Colombia

Abstract: Virtual conciliation presents an evolution for the Law, particularly for alternative dispute resolution mechanisms. The purpose of the article is to present reflections on the legal figure of virtual conciliation, as a useful tool for conflict resolution, which facilitates communication in hearings through technological means, with the support of Information and Communication Technologies, hereinafter ICT, in search of strengthening peaceful coexistence, dialogue and agreement. The methodology used was documentary, legal dogmatic, studying the structures of the objective law and the legal normative order related to virtual conciliation. Among the most important results was the need for massive training in the use of ICTs to facilitate virtual conciliation for users and conciliators, thus achieving judicial decongestion. Among the most relevant conclusions is that virtual conciliation generates a greater culture of dialogue in the resolution of conflicts due to its ease, speed and economy.

Keywords: Conciliation, virtual, conflict resolution, judicial decongestion.

1. Introducción

Por cultura los colombianos prefieren acudir a los estrados, optando por ir a un juicio, ya que lo consideran más efectivo, pero en la realidad los métodos alternativos de solución de conflictos se convierten en un sistema mucho más efectivo, por lo que las partes contribuyen en gran medida con la solución del conflicto, con ayuda de un tercero como por ejemplo en la conciliación. Esta es una figura que beneficia toda la sociedad, ya que acorta distancias y permite una mayor inclusión a todo el conglomerado social, principalmente a las personas que se encuentran en estado de vulnerabilidad (Chica Quevedo & Marín Cano, 2017).

Gracias a los avances científicos en los ámbitos de la informática, se ha visto un desarrollo exponencial de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que permiten la producción, la organización y el acceso a la información de forma más eficaz y bajo múltiples plataformas. (Matallana Ruiz, 2023).

Es por esto, que la informática ha cambiado rápidamente la forma como se distribuye y maneja la información. Asimismo, estas herramientas han contribuido a generar profundos cambios en las relaciones interpersonales, ya que muchas de las tareas se pueden realizar a través de un medio electrónico, al igual que muchas áreas del conocimiento se desarrollan en algunas ocasiones con más agilidad por medios virtuales, como lo es el área del Derecho.

En Colombia la justicia digital ha tenido un gran impacto, ya que tradicionalmente ha sido un modelo escrito y presencial, que gracias a los avances tecnológicos se puede hablar de una justicia digital mucho más efectiva, de manera tal que contribuye con la descongestión judicial, convirtiéndose en un proceso más eficaz y rápido, puesto que no es necesario desplazarse ni hacer gastos significativos en el proceso, priorizando la participación de las partes para la solución de sus conflictos. Es por esto por lo que se formula la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el alcance de la Conciliación virtual en Colombia como herramienta útil para la solución de conflictos?

Con el objetivo propósito de analizar la figura jurídica de la conciliación virtual, como una herramienta útil para la solución de conflictos, que facilita la comunicación en las audiencias a través de medios tecnológicos,, se procede con una metodología jurídica

dogmática, en la cual se destaca la interpretación de toda la información para arrojar una conclusión con la cual se pueda dar respuesta a la pregunta de investigación, estudiando las estructuras del derecho objetivo y el ordenamiento normativo jurídico en lo relacionado con la conciliación virtual.

De esta manera, se crea la necesidad de analizar y profundizar sobre la conciliación virtual, puesto que pone énfasis en una alternativa ágil, económica y eficiente en la actualidad, por cuanto el mundo digital facilita la comunicación en la inmediatez, más aun para promover el diálogo a través de las audiencias virtuales logrando acuerdos que sean garantistas para ambas partes.

Adicionalmente, es importante reconocer los retos que este modelo ha traído para la justicia, ya que no todas las personas están en la capacidad de acceder a este, si bien se ha reconocido el acceso al internet como un derecho humano y, en algunas latitudes, como derecho fundamental, las dificultades para la democratización de la tecnología en diversos países han conllevado a la vulneración simultánea de este derecho y los de tutela jurisdiccional efectiva y el acceso a la justicia de los llamados “excluidos digitales” (Bustamante Rúa & Marín Tapiero, 2021)

Los métodos alternativos de solución de conflictos han contribuido en gran medida a la descongestión judicial, puesto que brindan otras herramientas para solucionar los conflictos de las partes, sin esperar un juicio a cambio, como por ejemplo entre los más usados están la conciliación y el arbitraje, lo cual implica una solución persuasiva. En la conciliación, los particulares acuden para solucionar la discrepancia a la mediación de un tercero, reservándose su ulterior libertad de acción. Diferente al arbitraje que, acuden a la decisión de un tercero (particular), comprometiéndose a aceptar su resolución (Herce Quemada, 1968, p. 52).

Dado lo anterior, se destaca el internet como una herramienta que brinda las posibilidades para el desarrollo personal e interpersonal de manera más ágil, ya que facilita el acceso a la información y la comunicación, siendo esto primordial para los métodos alternativos de solución de conflictos que, junto con sus principios, forman el eje central de lo que sería una justicia mucho más amigable y tranquila.

2. Metodología

Se trata de una metodología jurídica dogmática, basada en análisis documentales que se recaudan en las bases indexadas de información de algunas universidades, las fuentes jurisprudenciales aportadas a lo largo de la maestría, y el ejercicio profesional, literatura especializada y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos.

Para la indagación se exploran como fuentes primarias, el marco normativo y en grueso fuentes secundarias sobre la conciliación virtual en Colombia y el análisis descriptivo se apoya en la hermenéutica jurídica. Para ello se justifica el uso de fuentes documentales principalmente, a las cuales se aplicará las líneas de interpretación reconocidas en el ordenamiento colombiano.

Se comienza con recopilación de la información documental, doctrinal y jurisprudencial, una parte de manera física y otras a través de la búsqueda en internet; una vez recopilada

la información se procederá con la clasificación respecto de cada una de las principales temáticas identificadas en el trabajo a través de la organización con diseño metodológico por medio de fichas bibliográficas, gráficos, cuadros en Excel entre otros.

Adicionalmente, en el desarrollo del trabajo se han utilizado diversas metodologías del ámbito de la ciencia jurídica, entre las que cabe destacar, el estudio del derecho comparado, que permiten sacar conclusiones para ser alcanzado sobre la evolución de la ciencia jurídica.

3. Resultados

A través de este trabajo se realizó un análisis reflexivo sobre la conciliación virtual en Colombia, profundizando en los aspectos que se esbozan a continuación:

3.1. La Conciliación en la sociedad de la información

La forma en la que se interactúa y se resuelven los conflictos ha tenido que evolucionar y adaptarse a las nuevas formas de comunicación que surgen día a día en el mundo, entre las que se encuentra las reuniones de manera virtual, la cual enfatiza las relaciones entre personas, creando un espacio óptimo y eficiente para la resolución de conflictos, de tal forma que se pueda orientar hacia el desarrollo de la sociedad, logrando que todos puedan consultar, utilizar y acceder a este método alternativo de solución de conflictos, consiguiendo que las personas, y las comunidades de las zonas rurales del país puedan emplear plenamente sus posibilidades de tener una conciliación efectiva sin la necesidad de desplazarse a un centro de conciliación y sin generar costos adicionales.

Uno de los grandes retos de la conciliación en la época de la información, es la ética dentro del proceso, ya que en ocasiones ha sido un poco complejo velar por la ética del proceso que debe tener ambas partes y el conciliador, de manera tal que las partes tienen tanta información de manera instantánea que se puede malversar el acuerdo de manera más consciente que cuando es un proceso presencial.

3.2. Paradigma Conciliación Virtual en el mundo

A raíz de diferentes factores como lo fue la pandemia por COVID 19, el mundo tuvo que acoplarse a las diferentes formas que surgieron para continuar los procesos de tal forma que la virtualidad tuvo su mayor influencia, ya que se podían reunir las partes del proceso incluso desde diferentes países, haciendo que el área jurídica tomara otros rumbos y tuviera la necesidad de crear, regular e implementar leyes para los métodos alternativos de solución de conflictos, siendo el más destacado la conciliación.

Según el Ministerio de Justicia, Colombia fue referente internacional en cuanto a los métodos alternativos de solución de conflictos a través de plataformas virtuales, logrando que países como Perú y Chile tomen como referente las leyes y modos de implementación de este nuevo paradigma.

En Perú, por ejemplo, La Ley N° 31165 y el D.S N° 008-2021-JUS permiten la realización de audiencias y procedimientos de conciliación a través de medios electrónicos por lo que podemos atenderlos en esta modalidad, luego de haber cumplido los requisitos exigidos por ley y realizado las gestiones necesarias ante el MINJUSDH. (CREAPAZ, 2021)

También en México, la conciliación remota fue una respuesta del Centro Federal de Conciliación y Registro Laboral (CFCRL) a las restricciones operativas por la emergencia sanitaria por la covid-19. Esta modalidad ayudó a que se realizaran las audiencias de mediación ante la dificultad de acudir a una oficina del organismo (Hernández, 2021).

Así y en distintos países se ha ido desarrollando y mejorando esta nueva modalidad de conciliación virtual, destacando así que la conciliación se ha vuelto cada vez más importante, ya que se puede implementar de manera virtual, con el propósito de que este mecanismo sea conocido y divulgado por todos los ciudadanos, especialmente de las áreas rurales del país, pasando a ser más que solo un descongestionante jurídico del país.

4. Discusión

El mecanismo autocompositivo con mayor evolución en la legislación colombiana es la Conciliación extrajudicial, cuenta con una robusta normativización, con requisitos minuciosos desde el derecho, con una lógica de burocratización, a pesar de que una de sus características es la informalidad, sin embargo, la conciliación tiene un gran fin en sí misma, que es garantizar el acceso a la justicia, constituyendo un espacio para el diálogo (Gaitán Reyes & Rodríguez Soto, 2020). La conciliación ha existido a través de la historia de la humanidad como un método autocompositivo en la solución de los conflictos, teniendo en cuenta que este se encuentra presente en la misma condición humana (Fierro, 2010).

En el avance y evolución del acceso a la justicia digital, la conciliación virtual se posesiona en el ordenamiento jurídico Colombiano, a través de la reciente Ley 2220 de 2022, la cual establece en su artículo 4 los principios que rigen la conciliación por medios virtuales, entre otros la neutralidad tecnológica, autenticidad, integridad, disponibilidad e interoperabilidad de la información, determinando que en el tratamiento de datos se deberá garantizar el cumplimiento de los principios y disposiciones contenidos en la Ley 1581 de 2012; ratificando que el uso de las TIC se deberá aumentar, profundizar y hacer eficiente y eficaz en el aprovechamiento de los datos, con la finalidad de generar valor social y económico, en el marco de lo establecido en la ley anteriormente mencionada.

Se continua con los procedimientos como reuniones y audiencias en cualquier etapa del proceso arbitral, trámites de conciliación extrajudicial, amigable composición y procedimientos de insolvencia de persona natural no comerciante, mediante el uso de tecnologías de la comunicación tales como:

1. Se dispondrá de medios electrónicos y virtuales para recibir documentos, realizar reuniones y audiencias, agilizando el envío y recepción de todo tipo de notificaciones.
2. Mediante las direcciones de correo habilitadas se recibirán: demandas arbitrales, solicitudes de conciliación extrajudicial, amigable composición, insolvencia de persona natural no comerciante, y cualquier documento relacionado con los procesos o trámites de éstos.
3. Se pone como plazo para el trámite de las conciliaciones extrajudiciales, a cargo de los servidores públicos habilitados para conciliar y de los centros de conciliación públicos y privados autorizados, de cinco (5) meses.

4. Se conformarán expedientes electrónicos elaborados por entidades públicas competentes a los cuales tendrán acceso las partes de los procesos, árbitros y secretarios, conciliadores, con el objetivo de facilitar la eficacia de los trámites y procesos, adoptando medidas necesarias para garantizar la seguridad y veracidad de la información.
5. No se podrá adelantar ninguno de los trámites previstos si alguna de las partes se muestra en imposibilidad para comparecer a las audiencias virtuales, o aportar pruebas, soportes y anexos, y así lo determina el tribunal arbitral, el amigable componedor o el conciliador.

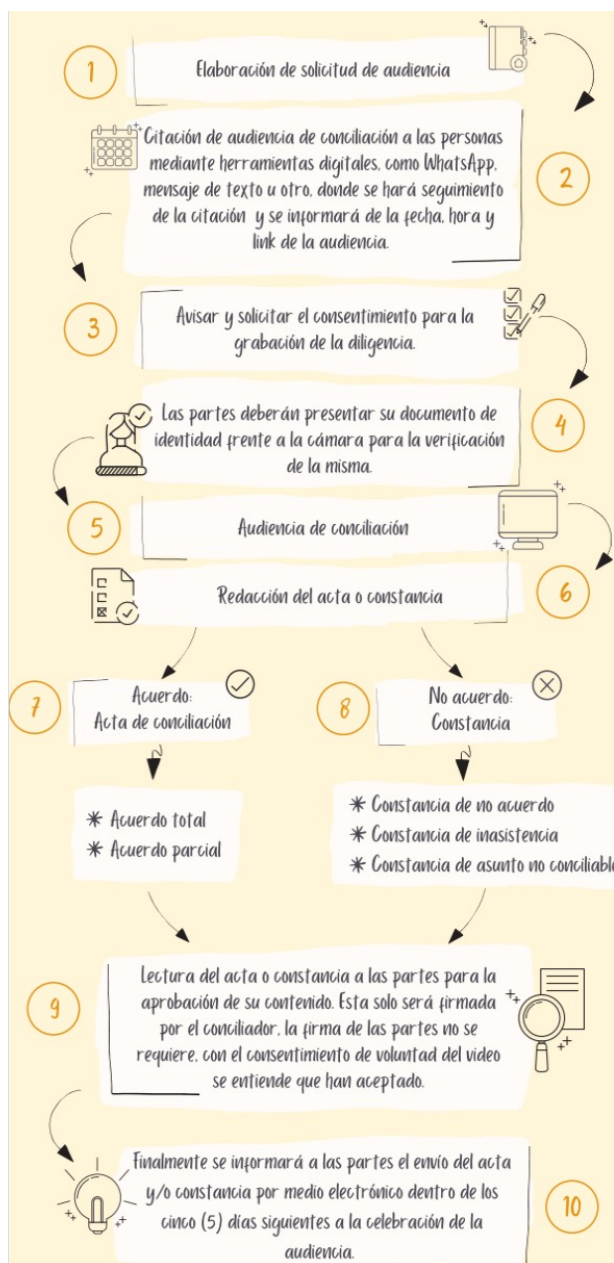
En el caso de las conciliaciones, entendidas como mecanismo de solución de conflictos a través del cual dos o más personas, con capacidad jurídica, consentimiento y voluntad, gestionan por sí mismas la solución de sus diferencias con la ayuda de un tercero neutral y calificado, denominado conciliador, se adaptó un nuevo procedimiento que busca promover un excelente servicio desde la atención y la orientación en los Centros de Conciliación. El procedimiento es el siguiente:

1. Se realizará la respectiva solicitud de la audiencia.
2. Se enviará la citación de audiencia de conciliación mediante herramientas digitales, verificando y realizando seguimiento de la citación a las personas citadas en audiencia, informándoseles de la fecha, hora y enlace de la audiencia.
3. Ahora, se procede a hacer la respectiva instalación de la audiencia, explicando los efectos de la audiencia de conciliación, avisando y solicitando el consentimiento para la grabación de esta.
4. Las partes deberán presentar su documentación de identidad frente a la cámara para la verificación de esta.
5. Audiencia de conciliación.
6. Redacción de acta o constancia.
7. Dependiendo del resultado de la audiencia se expedirá el acta de conciliación, de haber acuerdo, o la constancia.
8. Se da lectura del acta o constancia a las partes para la aprobación de su contenido, la cual solo será firmada por el conciliador, con el consentimiento de voluntad del video se entiende que las partes han aceptado.
9. Finalmente se informará a las partes el envío del acta o constancia por medio electrónico dentro de los cinco (5) días siguientes a la celebración de la audiencia.

De acuerdo a los pasos anteriormente citados, se dieron a conocer diferentes formas de realizar un proceso conciliatorio, siendo uno de los más completos y efectivos para garantizar un procedimiento ágil es el siguiente:

En este sentido, en el gráfico 1 se visibiliza un nuevo procedimiento conciliatorio que busca promover un excelente servicio desde la atención y la orientación en los centros de conciliación

Siendo el conciliador en derecho un partícipe importante del proceso conciliatorio que se encuentra transitoriamente investido de la facultad de administrar justicia debe estar supeditado a las virtudes éticas de la buena práctica profesional, que llevan inmersa la necesidad de aplicar principios bioéticos que guíen el desarrollo de su actuación en el trámite conciliatorio (Arboleda, 2014).



Grafica 1 – Adriana Patricia Arboleda López (2021)

Por otro lado, la Ley 2220 de 2022 sigue respaldando y garantizando el uso de medios tecnológicos en el mecanismo de la conciliación, así:

Artículos:	Mención:
Artículo 4. Principios. la conciliación se guiará, entre otros, por los siguientes principios: Parágrafo 1.	La conciliación por medios virtuales se registrará por los principios señalados en el presente artículo y, además, por los principios de neutralidad tecnológica, autenticidad, integridad, disponibilidad e interoperabilidad de la información.
Artículo 6. Formas de llevar a cabo el proceso de conciliación y uso de TIC. Inciso primero	El proceso de conciliación se podrá realizar en forma presencial, digital o electrónica o mixta.
Artículo 6. Formas de llevar a cabo el proceso de conciliación y uso de TIC. Inciso segundo.	Los centros de conciliación y autoridades con funciones conciliatorias deberán adoptar el uso de las TIC para garantizar la prestación del servicio de manera digital o electrónica
Artículo 6. Formas de llevar a cabo el proceso de conciliación y uso de TIC. Inciso cuarto.	El uso de las TIC deberá garantizar condiciones de autenticidad, integridad, disponibilidad y confidencialidad
Artículo 6. Formas de llevar a cabo el proceso de conciliación y uso de TIC. Inciso quinto.	El uso de medios digitales o electrónicos es aplicable en todas las actuaciones, entre otras, para llevar a cabo las comunicaciones tanto con las partes como con terceros, para la comunicación sobre las decisiones adoptadas, la presentación de memoriales y la realización de audiencias.
Artículo 6. Formas de llevar a cabo el proceso de conciliación y uso de TIC. Inciso sexto.	Todo el trámite conciliatorio se deberá digitalizar y cuando sea posible automatizar.
Artículo 6. Formas de llevar a cabo el proceso de conciliación y uso de TIC. Inciso octavo.	Los centros de conciliación que presten el servicio de conciliación por medios digitales o electrónicos incluirán en su reglamento el procedimiento para su utilización
Artículo 6. Formas de llevar a cabo el proceso de conciliación y uso de TIC. Parágrafo 2.	El Gobierno Nacional reglamentará, dentro de los seis (6) meses siguientes a la entrada en vigor de la presente ley, las condiciones que deberán cumplir los centros de conciliación para prestar el servicio de conciliación por medios virtuales.

Tabla 1 – Consideraciones de la Ley 2220/22, frente al uso de tecnologías en la conciliación

Por consiguiente, la ley 2220 de 2022 trajo consigo el estatuto de conciliación ya que con la dispersión normativa existente en el tema de la conciliación, se hizo necesario la elaboración de este estatuto, el cual entra a dar una nueva definición a lo que es la conciliación, dándole la seriedad que requiere y mayor reconocimiento, dado que pasa a definirse como un mecanismo alternativo de solución de conflictos, a ser un mecanismo de solución de conflictos, queriendo visualizar la conciliación un mecanismo de fácil acceso, implementando a su vez un mejor desarrollo en los requisitos de procedibilidad, como se evidencia en la exigencia en formación y capacitación que conciliadores en derecho deben cumplir, como también se evidencia en otro de sus requisitos la obligatoria y permanente presencia del conciliador durante toda la audiencia; se espera que con el nuevo Estatuto de conciliación se vea una eficiente y eficaz administración de justicia.

*“Las más importantes de las ventajas pueden ser: **Acortar distancias:** pues evita el desplazamiento y reducción del tiempo de*

*movilización, convirtiéndose en una opción **económica** en el caso que los intervinientes tengan que desplazarse, además ésta gran alternativa es **Incluyente** ya que todas las personas con discapacidades físicas y/o enfermedades que limiten su desplazamiento podrán acceder fácilmente, ésta ventaja no es solo para las partes sino también para los conciliadores ya que el acceso a ciertos lugares se dificulta, otra gran ventaja es **el fácil acceso y la gratuidad** que basta con un medio de entrada llámese computador, Tablet, hasta desde un celular con conexión a internet, se podrá acceder a la videoconferencia que desarrollará la audiencia de conciliación cómodamente y sin costo, además de **flexible** pues la virtualidad permite que se elija libremente cuando se desea conciliar según la disponibilidad horaria de las partes, **amplía** los mecanismos de participación ciudadana en los procesos de solución de sus propios conflictos además de **rápida**, permitiendo un incremento en la infraestructura de los centros de conciliación y arbitraje, además que las partes sin estar física y materialmente presentes, en la audiencia de conciliación, presenten con ayuda del conciliador fórmulas eficientes de arreglos.” (Medina Vélez, 2019)*

Haciendo énfasis en la conciliación virtual se observa que existen muchos beneficios para la conciliación virtual, esta va encaminada a que el acceso a la justicia abarque todo el territorio nacional sin desconocer que en el contexto social, cultural y económico en ocasiones algunas personas no tenían acceso a estas herramientas jurídicas. Se promueve la descentralización de los centros de conciliación para con esto ampliar la cobertura nacional, también acorta distancias, es más económica ya que es evidente que al buscar que los conflictos se resuelvan entre las partes con la ayuda de un tercero imparcial la economía no es solo procesal sino también presupuestal, ya que de tener que intervenir un juez en una situación donde las partes puedan llegar a un acuerdo sería retrasar procesos y tiempo a situaciones que necesitan la intervención obligada de este; mejora la agilidad de los procesos, esto ya que es de conocimiento público el gran retraso que existen en los despachos judiciales, con esta herramienta se busca la agilidad tanto a favor de la solución del proceso, lo que favorece no solo a la administración de justicia si no a las partes para la resolución de los conflictos, la evolución de acuerdo a las situaciones sociales, es así que una de las enseñanzas del COVID-19 fue entender la importancia de introducir a nuestro sistema jurídico la tecnología y con esto evolucionar de acuerdo a las necesidades y contexto social, con esta introducción de la virtualidad a la conciliación se garantiza ir acorde a uno de los principios de la conciliación el cual es la descongestión judicial, puesto que al poner a disposición de todas las personas y en todo el territorio esta herramienta se garantiza la efectividad de este principio.

La conciliación desde la implementación ha aumentado considerando no solo su uso como método alternativo de solución de conflictos sino también su eficacia. Según el Ministerio de Justicia y del Derecho de Colombia (2022) se logró establecer que las solicitudes de la Conciliación Extrajudicial en Derecho (CED) participaron con un 9,8% en el total de los ingresos efectivos de la jurisdicción ordinaria, siendo este el valor más alto del estudio; Según la especialidad, se observó que las solicitudes de la CED relacionadas con familia representaron el 51,3% (35.760 casos de 69.653); con civil, el

14,7% (47.182 casos de 320.381); con laboral, el 8,9% (97.105 casos de 453.492); y con penal, el 0,2 % (1.016 casos de 453.492).

Además, se puede ver el esfuerzo que se hace porque la implementación de este sistema sea eficaz tanto es así que el 14 de diciembre de 2020 la procuraduría general de la nación recibió el premio mejor practica extrajudicial, por el trabajo que se hizo para establecer un buen sistema de conciliación administrativa.

Sin embargo, aún no es accesible para todo el mundo y presenta grandes retos, especialmente en las pequeñas regiones y para personas sin acceso a internet o herramientas tecnológicas o para quienes no saben hacer uso de ellas.

“En la actualidad el conciliador deberá propender por desarrollar habilidades que revisten de cierta especialidad, por ejemplo, deberá tener una mentalidad preparada, abierta y responsable, además de formar destrezas para manejar todo tipo de problemas, como también la capacidad para disminuir su intensidad de manera que lo lleven a conocer cuál es el origen del conflicto”. (Arboleda López & Garcés Giraldo, 2017).

Existen más ventajas de la conciliación virtual, pudiendo concluir que esta es favorable ya que brinda facilidades para las partes y es más conveniente para las personas que se encuentran en diferentes ubicaciones geográficas; además, las comunicaciones se pueden flexibilizar hasta el punto de poder tener una comunicación inmediata y cuando sea necesario, se pueden utilizar variaciones asíncronas, lo que permite una mayor facilidad de comunicación entre las partes.

También es importante el cómo la conciliación virtual y los demás métodos alternativos de solución de conflictos ayudan a la economía y al impacto ambiental ya que pasan de invertir en edificios o papelería, a invertir en servicios y productos electrónicos, siendo masivo el cambio de tener un documento de papel en físico a tener un documento virtual, ahorrando capital y contribuyendo al ecosistema.

5. Conclusiones

Para finalizar se puede decir que la conciliación ha sido un factor importante para avanzar a una justicia digital, que, aunque aún tiene vacíos por suplir, es un gran paso para el desarrollo del país, es importante reconocer el esfuerzo que ha hecho el legislador en torno a la regulación de los MASC en modelo virtual y el cómo este abre caminos para que sean incentivo de estudio y aplicación. También, es comprensible que la figura de la conciliación virtual sea una figura debatida, ya son muchos los pensadores que destacan la importancia del cara a cara en procesos de conciliación, especialmente porque la propia formación del conciliador incluye un gran número de ámbitos comunicativos que se transforman al virtualizar el procedimiento; Sin embargo, es necesario entender que, tanto desde un punto de vista económico como práctico, las relaciones que se generan hoy en día requieren formas de resolución de conflictos en línea, ya que es en gran medida el escenario real del conflicto.

Se evidencia, por último, grandes retos para la conciliación virtual, para los conciliadores, operadores jurídicos y usuarios de esta herramienta, entre otros, ya que

se requiere conocer, y adaptarse a las nuevas tecnologías para desempeñar su oficio, lo que implica que se genere una relación más cercana con las partes, ya que, en muchos casos, también debe brindarse una guía virtual sobre cómo manejar las Tecnologías y las plataformas en la aplicación de la conciliación virtual. Al igual que es un gran reto para los demás países, ya que la mayoría necesitan una restructuración de sus políticas para enfrentar el masivo uso de las TIC, dejando claro que es importante una educación y difusión de las nuevas herramientas como lo es la conciliación virtual, que en Latinoamérica ha sido un gran avance como en Perú con la Ley N° 31165 y el D.S N° 008-2021-JUS.

Para concluir, la conciliación virtual, merece mucha más visibilización y reconocimiento por parte de la ciudadanía, ya que es un avance exponencial para las comunidades y pueblos más alejados que no cuentan con un centro de conciliación, ni con un buen sistema de justicia, necesita además de un sistema sólido y leyes claras que puedan redefinir la justicia de una manera que no se convierta obsoleta para las futuras generaciones, donde incluso la virtualidad evoluciona.

Referencias

- Arboleda, A. (2014). La conciliación como cultura de acuerdos. Editorial Lasallista: Caldas.
- Arboleda, A. (2015). Conciliación interdisciplinaria virtual. Revista Lasallista de Investigación, 84–93. En: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492015000200009
- Arboleda López, A., & Garcés Giraldo, L. F. (2017). La conciliación extrajudicial en entornos virtuales: reflexiones éticas. Eticanet. En: <http://eticanet.org/revista/index.php/eticanet/article/view/124/107>
- Bustamante Rúa, M. M., & Marín Tapiero, J. I. (2021). Justicia digital, acceso a internet y protección de datos personales. Revista Internacional de Derecho, 5–22. En: <https://doi.org/10.37768/unw.rid.02.01.001>
- Chica Quevedo, C. E., & Marín Cano, O. F. (2017). Perspectivas de la aplicación de la conciliación virtual, en un país en vía de desarrollo como Colombia. En: https://bibliotecadigital.iue.edu.co/bitstream/20.500.12717/1284/1/iue_rep_pre_der_chica_2017_conciliaci%C3%B3n_virtual_art.pdf
- CREAPAZ - Centro de conciliación en Lima - Magdalena del Mar - Perú. (2021). En: <https://www.creapaz.com/#:~:text=La%20Ley%20N%C2%BA%2031165%20y,gestiones%20necesarias%20ante%20el%20MINJUSDH.>
- Función Pública. Decreto 491/2020 Bogotá (2020) En: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/Decreto-491-28-marzo-2020.pdf>
- Fierro, Ana E. (2010). Presentación. Manejo conflictos y mediación. Estudios de casos CIDE: México.

- Gaitán Reyes, J. A., & Rodríguez Soto, J. R. (2020). La conciliación extrajudicial en tiempos de Covid-19. En: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/27409/La%20Conciliaci%c3%b3n%20Extrajudicial%20En%20Tiempos%20De%20Covid-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herce Quemada, V. (1968). La conciliación como medio de evitar el proceso civil. revista de Derecho Procesal.
- Hernández, G. (2021). Conciliación laboral vía remota será opción permanente; prevén ahorros de hasta 87%. En: <https://www.eleconomista.com.mx/capitalhumano/Conciliacion-laboral-via-remota-sera-opcion-permanente-preven-ahorros-de-hasta-87-20211116-0101.html>
- Ley 2220/2022, Estatuto de conciliación y otras disposiciones. Bogotá (2022), En: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=188766>
- Matallana Ruiz, R. (2023). Vista de Desafíos y oportunidades de la justicia digital en el ámbito laboral. En: <https://revistas.pj.gob.pe/revista/index.php/rdpt/article/view/302/375>
- Medina Vélez, M. M. (2019). La conciliación extrajudicial y su modalidad virtual. En: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35869/MedinaVelezMonicaMaria2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de justicia y del derecho (2022) ABCÉ del Proyecto de Ley mediante el cual se expide el Estatuto de Conciliación y se dictan otras disposiciones.
- Ministerio de justicia y del derecho (2022) Audiencias de conciliación. Diplomado de conciliación extrajudicial en derecho.
- Proceso de conciliación virtual en Colombia. Esquema elaborado por la doctora Adriana Patricia Arboleda López.

Consumo de televisión y *streaming* entre jóvenes guayaquileños. Una mirada desde el contexto de extrema violencia que se vive en Ecuador

Ingrid Estrella Tutivén¹, Janeth Díaz Vera², Rosa Armijos Acosta³,
Alicia Ruiz Ramírez⁴, Ingrid Elizalde Olvera⁵

ingrid.estrellat@ug.edu.ec; janeth.diazv@ug.edu.ec; rosa.armijosa@ug.edu.ec;
alicia.ruizram@ug.edu.ec; ingrid.elizaldeol@ug.edu.ec

¹ Universidad de Guayaquil, Colina del Sol, 090112, Guayaquil, Ecuador.

² Universidad de Guayaquil, Urbanización Boschetto I, 090151, Chongón, Ecuador.

³ Universidad de Guayaquil, Urbanización Sauces 6, villa 3

⁴ Universidad de Guayaquil, Urbanización Guayacanes, Villa 4

⁵ Universidad de Guayaquil, Av. Casuarina, Coop. María Pidal, 090112, Guayaquil, Ecuador.

Pages: 45-58

Resumen: En medio de una grave crisis social y de inseguridad que conmociona a los ecuatorianos, los jóvenes son el grupo etario más afectado. En ese contexto, la presente investigación buscó determinar los contenidos que consumen los jóvenes de los sectores más empobrecidos de la ciudad de Guayaquil, tanto en la televisión como a través de la tecnología *streaming* (redes sociales o plataformas por suscripción). Tras aplicar una encuesta en barrios altamente vulnerables -y utilizando el coeficiente de correlación de Spearman- se concluyó que la mayoría prefiere el *streaming* y que un gran número consume contenido violento.

Palabras-clave: Televisión; Streaming; Ecuador; Crisis social; Jóvenes

Television and streaming consumption among young people from Guayaquil. A look from the context of extreme violence in Ecuador

Abstract: In the midst of a serious social and insecurity crisis that shocks Ecuadorians, young people are the most affected age group. In this context, the present investigation sought to determine the content consumed by young people from the most impoverished sectors of the city of Guayaquil, both on television and through streaming technology (social networks or subscription platforms). After applying a survey in highly vulnerable neighborhoods -and using Spearman's correlation coefficient- it was concluded that the majority prefer streaming and that a large number consume violent content.

Keywords: Television; Streaming; Ecuador; social crisis; Youths

1. Introducción

La ola de violencia que atraviesa Ecuador es tan escandalosa, que en 2022 el país se posicionó como el primero en el índice de muertes violentas en Latinoamérica. Según un informe de la empresa Gallup, la tasa de homicidios en el país latinoamericano subió a 25 por cada 100.000 habitantes en 2022, frente a 14 en 2021 (Swissinfo, 2023).

Gallup también señala que los factores que han desencadenado esta grave situación son “el auge de la producción de cocaína en Colombia” (vecina de Ecuador), “los recortes en los presupuestos penitenciarios y la eliminación del ministerio de Justicia, entre otros factores”. Pero lo que más preocupa es que en muchos de estos casos de criminalidad se registra la participación directa de jóvenes, adolescentes y hasta de niños (Gallup, 2023).

Entre enero de 2020 a marzo de 2022, la función judicial del país registró 8.458 causas por faltas cometidas por menores de edad.

1.574 son de la provincia del Guayas, cuya capital es Guayaquil, el puerto más importante del país y también la ciudad más violenta (Diario Expreso, 2022a). De estas infracciones cometidas 194 han sido por robo. A esas se suman 122 por drogas y 101 por tenencia de armas.

Lesiones, intimidación, violencia física contra la mujer, abuso sexual, violación, robo, tráfico de sustancias sujetas a fiscalización (drogas), tenencia y porte de armas. Un catálogo extenso, pero que resume los delitos en los que más incursionan o cometen los adolescentes, en Guayaquil; y, por los cuales enfrentan procesos penales que, en su mayoría, son sancionados con internamiento institucional que no pasa de los 8 años (Diario Expreso, 2022a).

Pero no hay que dejar de lado un delito que en los últimos años ha cobrado auge en el país. El denominado sicariato, en el que cada vez más participan los menores de edad. Es decir, mafias delincuenciales están utilizando a niños y adolescentes para perpetrar estos crímenes que conmocionan a la sociedad, debido a que las leyes son más benevolentes con ellos.

En el estudio denominado *El Sicariato. ¿Un homicidio calificado?* (Revista Latinoamericana de Seguridad Ciudadana, 2009), Fernando Carrión hace una detallada explicación etimológica del significado de sicariato y lo pone en el contexto internacional. Señala que su origen se remonta a la lengua latina y que significa “hombre daga”. Indica que “es el nombre usado para describir un tipo de homicidio cualificado (asesinato), y agravado por el cobro de una remuneración económica a cambio de dar el servicio de matar a otra persona” (p.10).

Además, manifiesta que el sicariato “es el corolario” del auge de la violencia en una sociedad, tal como sucedió en Colombia, durante los años 80 y 90, especialmente en las ciudades de Cali y Medellín, que eran centro de las operaciones de la familia Orejuela y de Pablo Escobar, líderes de los principales cárteles del narcotráfico en ese país; así como en Italia, durante el apogeo de la mafia siciliana, en la década de los 90.

Para Félix Espín (2017), en su tesis titulada, *El delito de sicariato y los adolescentes infractores*, este delito se ha convertido en un grave problema social en Ecuador.

...se utiliza a los niños y adolescentes en situación de abandono y riesgo, la normativa ecuatoriana en el Código Orgánico Integral Penal condena el sicariato, pero no se establece sanciones específicas a adolescentes que se encuentran involucrados, no son juzgados como adultos cuando cometen delitos contra la inviolabilidad de la vida (p.15).

De acuerdo con Espín, las provincias más afectadas por este fenómeno son las de Guayas, El Oro, Manabí, Sucumbíos y Esmeraldas. Precisamente, en esta última provincia se dio uno de los hechos más recientes, donde los victimarios de un policía fueron dos menores de 13 y 11 años.

Dos niños de 11 y 13 años son señalados como los asesinos del sargento segundo Freddi David Bonilla. Sucedió la madrugada de este 14 de febrero de 2023, en Esmeraldas...Según información policial, Bonilla estaba en la calle cuando fue sorprendido por los menores, quienes lo intimidaron para robarle la motocicleta, el arma de dotación y sus pertenencias...Cuando el policía puso resistencia y se defendió, entonces “quiso entrar a una casa, pero no lo dejaron ingresar y los delincuentes lo matan en la calle” (Diario La Hora, 2023).

Pocos meses antes, en septiembre de 2022, en Guayaquil, un adolescente había asesinado bajo la modalidad sicariato al fiscal Édgar Escobar, a pocos pasos de la Fiscalía, donde laboraba (Diario Expreso, 2022b).

Una investigación realizada por el diario británico The Telegraph, asegura que el puerto principal del Ecuador, Guayaquil es “un punto de envío clave en el oleoducto albanés” y que “se ha convertido en el último epicentro de la violencia relacionada con las drogas en el mundo”. Pero no solo eso, además allí se ha establecido una escuela de “niños sicarios” (Charles, 2022).

De acuerdo con la investigación, la preparación para ser sicarios dura medio año y para ‘graduarse’, los niños y adolescentes deben asesinar a un pandillero rival o incluso a miembros de su propia familia. Lo refuerzan con el testimonio de un joven al llaman “Juan”, de 16 años, quien supuestamente comenzó a ser formado como sicario a los 12. Desde entonces -asegura- ha asesinado a 45 personas.

Los medios de comunicación han comenzado a abordar esta problemática, en sendos reportajes de investigación, que han tenido eco en las redes sociales.

Esta situación de altos niveles de violencia también ha catapultado a Guayaquil en las estadísticas planetarias. Según el Consejo Ciudadano para la Seguridad Pública y la Justicia Penal de México, la urbe ecuatoriana se encuentra en el puesto 24, de la lista de las ciudades más peligrosas del mundo (Primicias, 2023).

Pero porqué los jóvenes ecuatorianos, en especial los guayaquileños, han llegado a ser presa fácil de las mafias del narcotráfico. Hay varias aristas, como lo señala el mencionado estudio de Gallup, pero hay factores sociales que son los más preponderantes, entre ellos la crisis económica que sufre el país, el elevado consumo de drogas entre los jóvenes y el difícil acceso al sistema de educación superior.



Figura 1 – Fuente: Canal Teleamazonas

1.1. Crisis económica y drogas

Desde el año 2019, Ecuador entró en una espiral caótica financiera, provocada -principalmente- por la caída del precio del barril del petróleo, la que se agravó con la pandemia; espiral de la que -los gobiernos de turno- no han logrado sacar al país.

Esta crisis afecta sobre todo a los jóvenes, en especial a los de las principales ciudades del país, donde se concentra el mayor nivel de desigualdad económica. De acuerdo con una investigación del diario La Hora (2022), en Guayaquil, uno de cada cuatro jóvenes (más del 23%), entre 15 y 24 años, está catalogado como “nini”, es decir, que ni estudian ni trabajan. En Quito, uno de cada siete jóvenes está en la misma clasificación. Según Santiago García, presidente del Colegio de Economistas de Pichincha y docente universitario, la situación de los jóvenes es más grave en el puerto principal.

“Guayaquil es una ciudad que avanza, pero con una gran masa de gente que no se beneficia de ese avance económico y social. Además, por ser una ciudad grande se vuelve un polo de atracción de la criminalidad y el narcotráfico. Las actividades ilícitas necesitan mercado, que circulen los productos ilegales” (Diario La Hora, 2022).

El tema del microtráfico y consumo indiscriminado de drogas, de todo tipo, profundiza el caos en Guayaquil, donde se puede observar a jóvenes y adolescentes consumiendo drogas, libremente. La doctora Julieta Sagnay, directora del programa “Por un futuro sin drogas”, del Municipio de Guayaquil, cree que uno de los detonantes del elevado consumo de estupefacientes en el puerto ecuatoriano es la conocida popularmente como “tabla de consumo”, que fue instaurada en el gobierno del expresidente Rafael Correa, en el año 2013. Dicha tabla fue pensada como un instrumento jurídico, para que los jueces puedan diferenciar entre los adictos y los expendedores de droga; sin embargo, provocó una veloz expansión del microtráfico, sobre todo entre niños, jóvenes y adolescentes.

...se aprovecharon de esto y se hicieron pasar por consumidores... encarcelaron una enfermedad y estos jóvenes adentro se convirtieron en los nuevos sociópatas, que les dieron trece meses de sentencia y que salieron a las calles a ser gatilleros, a hacer todo lo que estamos viviendo hoy en día (Ecuavisa, 2022).

En su plan de prevención nacional contra las drogas 2017-2021, la Secretaría Técnica de Drogas reveló que, en el país, la mayor incidencia de consumo de drogas sucede en la población de entre 12 y 17 años de edad, especialmente de la ciudad de Guayaquil. De las entrevistas realizadas por la misma institución a más de 36.000 estudiantes de enseñanza media: 4.554 respondieron que sí usaron o consumieron alguna sustancia ilícita y el 39% de este grupo consumió más de una clase de narcótico (Secretaría Técnica de Prevención Integral de Drogas, 2016).

1.2. Sistema de educación superior fallido

Durante los últimos trece años en Ecuador, el acceso de los jóvenes graduados de secundaria al sistema de educación superior ha sufrido una gran afectación debido a tres factores principales: la creciente demanda de cupos universitarios públicos; la reducción de dichos cupos como resultado de la crisis económica del país (por ende, recortes presupuestarios), que se agravó aún más debido a la pandemia; y, el controvertido examen de ingreso que fue implementado -desde 2011- como requisito para ingresar a las universidades e institutos tecnológicos públicos.

A pesar de que el artículo 165 de la Constitución de la República del Ecuador prohíbe la reducción del presupuesto destinado a la educación y salud, durante los estados de excepción, las Instituciones de Educación Superior (IES) públicas del país han experimentado una disminución en la asignación de fondos que reciben del gobierno en los últimos años. El recorte más significativo se dio en el año 2022, cuando les fueron mermados 100 millones de dólares al presupuesto destinado a universidades e institutos públicos. Y aunque en 2022 y 2023 el presidente Guillermo Lasso realizó un aumento, no fue muy significativo. Aún más, los rectores de las instituciones se quejan de que se les está exigiendo aumentar los cupos para el ingreso de estudiantes, aunque no cuentan con recursos.

Esto ha provocado que, cada semestre, miles de jóvenes se queden aislados del sistema de educación superior, porque las universidades e institutos públicos tienen la capacidad (de infraestructura y claustro académico) para recibir a tan solo el 50% de la demanda de nuevos alumnos. Es decir, en Ecuador, el 50% de jóvenes que desea estudiar una carrera en una IES estatal (unos 100 mil), no puede hacerlo, según información brindada por el titular de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt), Alejandro Ribadeneira (Machado, 2022).

No obstante, la Federación de Estudiantes Secundarios del Ecuador, FESE, asegura que las cifras de Senescyt se quedan cortas. En mayo de 2022, la organización estudiantil señaló que para la postulación de ese semestre hubo 327 mil personas inscritas, “pero solo 122 mil cupos fueron ofertados, lo que deja fuera a 205 mil personas” (Wambra, 2022).

De esta manera, cientos de miles de jóvenes se quedan todos los años sin estudiar (porque no tienen dinero para pagar educación privada) y sin la posibilidad de acceder al mercado laboral, lo que los convierte en personas altamente vulnerables y presas fáciles de las mafias narcodelictivas.

1.3. Internet y televisión entre los jóvenes ecuatorianos

Siendo este el contexto crítico en el que se desenvuelve la mayoría de los jóvenes ecuatorianos, hay que indicar que, como no estudian ni trabajan, entre las principales actividades en las que ocupan su tiempo se encuentra el consumo de contenido que les proporciona el *streaming* (redes sociales o plataformas por suscripción) y la televisión.

Según un informe realizado en abril de 2022, por la firma Mentinno Consultores, en Ecuador -cuya población ya supera los 18 millones de habitantes- 10,2 millones ya tienen acceso a internet. En todo el territorio hay 20 millones de conexiones, lo que demuestra que existe un promedio de dos dispositivos por usuario. En resumen, el acceso a Internet en Ecuador ha crecido 13,4% desde 2021, lo cual significa que 69,7% de los ecuatorianos posee alguna conexión (Mentinno, 2022).

En un informe realizado por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (Ecuador en Cifras), basado en la encuesta nacional multipropósito en hogares del año 2021, se evidenció que desde el año 2013 hasta el año del sondeo, el número de niños y jóvenes que tiene acceso a internet a través de un celular, se multiplicó exponencialmente (de 8,5% al 21,9%, entre las edades de 5 a 15 años; y de 62,8% a 83,6%, entre las edades de 16 a 24 años) (Ecuador en Cifras, 2021).

Respecto a la tendencia hacia la televisión tradicional, el estudio “Millennials, uso y consumo de pantallas en Ecuador”, realizado en el año 2016 (se encuestó a 5.168 adolescentes de décimo año de educación básica a tercer año de bachillerato, de 14 a 18 años) se pudo conocer que la televisión seguía siendo un medio importante para este grupo. Pero a 2023 -y sobre todo a causa de la pandemia del COVID- los gustos de los jóvenes ecuatorianos se han ido inclinando por las plataformas gratuitas que están en internet, en especial las redes sociales y los contenidos *streaming*.

En el estudio denominado “Adicción a las redes sociales en jóvenes guayaquileños” (2021), los investigadores determinaron que “la facilidad de comunicarse y estar más tiempo conectados; así como, la necesidad de estar informado se relaciona con el acto de revisión de las redes como primera actividad matutina” de los jóvenes que habitan en el puerto ecuatoriano (González-Martínez & Alava, 2022).

1.4. Epistemología de las interfaces

Ya desde una mirada teórica epistemológica, es necesario indicar que tanto la televisión como el *streaming* son interfaces del ecosistema de medios, que -con sus propios lenguajes (léxico-gramaticales)- lograron conquistar a millones de personas.

Carlos Scolari, uno de los científicos de la comunicación que más ha abordado el tema de las interfaces, señala que el término “interfaz” hace referencia a una superficie que separa dos sustancias, pero también funciona como un filtro entre ellas. En el siglo XX, el término se usó ampliamente en muchos contextos, como la Interacción Persona-Ordenador (Human Computer Interaction), y hoy en día, la mayoría de las personas piensan en interfaces gráficas de usuario al escuchar la palabra interfaz. Scolari argumenta que el concepto de interfaz debe expandirse más allá de su definición común y ser utilizado como una herramienta analítica flexible y útil para comprender los procesos sociales, tecnológicos, económicos y culturales. Añade la necesidad de renovar el concepto para incluir una red de actores, relaciones y procesos en lugar de solo una

pantalla interactiva. En su artículo “Interfaces: redes, ecología y evolución” (Scolari & Albarello, 2022) presenta varios ejemplos de cómo se puede aplicar el concepto de interfaz a diferentes campos, incluidos museos, videojuegos, música y plataformas de *streaming*, entre otros. El objetivo del artículo es poner a prueba una concepción ampliada de interfaz y ver hasta dónde resiste como instrumento de análisis.

En el caso de las plataformas de *streaming* por suscripción (por ejemplo, Netflix) Leandro González (2020) indica que se las ha estudiado como parte de un conjunto más amplio de indagaciones sobre las plataformas mediáticas. Señala que estas plataformas se definen como sistemas multimodales de intercambio discursivo mediatizado que permiten la interacción entre diversos sistemas de intercambio discursivo mediático. Cada plataforma es un microsistema que forma parte del ecosistema de medios conectivos, que se despliega en un proceso de coevolución con prácticas sociales y culturales del ámbito de lo cotidiano. Este ecosistema es holístico y capaz de influir en la cultura y ser influido por ella. Por lo tanto, las vidas en las plataformas mediáticas seguirán creciendo en una tensión que aparece como fundante y se parecerá a lo general de la cultura sin poder dejar de transformarla.

González también indica que estas plataformas se han preocupado más por el lenguaje mediatizado con el que llegan a sus suscriptores, que de los contenidos que a ellos les ofrecen. Señala que, de manera más general, los estudios de estas plataformas se pueden basar en la teoría de la no neutralidad del código cuyos rasgos fundamentales se remontan a la hipótesis Sapir-Whorf.

En 1929, Edward Sapir planteó que la lengua nativa determina o influye directamente en el modo en que los miembros de una sociedad piensan; luego, su alumno Benjamin Whorf argumentó que “el sistema lingüístico que sirve de fondo (en otras palabras, la gramática) a cada lengua no es un mero instrumento reproductor que sirve para dar voz a las ideas, sino más bien es en sí mismo un moldeador de ideas” (González, 2020, p.2)

Respecto a la televisión, en el artículo *Preserving Television in the Streaming Age* (2022), Kelly examina los cambios recientes en la tecnología y el mercado de la televisión y cómo afectan la preservación del medio y la comprensión de su historia. Se enfoca en el crecimiento del *streaming*, la “dataficación” de la industria televisiva y la importancia de las interfaces y catálogos, y argumenta que la efimeridad de la televisión está aumentando y diversificándose, lo que presenta desafíos metodológicos. También -indica- se ubican estos desarrollos en una historia más amplia de debates sobre la preservación de los medios digitales.

Por “dataficación” de la industria televisiva, Kelly se refiere a la creciente cantidad de datos generados y recopilados sobre el comportamiento de los espectadores y los patrones de visualización. La industria televisiva utiliza estos datos para tomar decisiones comerciales y mejorar la experiencia del usuario, lo que ha transformado la forma en que se produce y consume la televisión.

2. Metodología

Para el presente estudio, se decidió elaborar un cuestionario con preguntas cuantitativas y aplicarlo a una muestra de 364 jóvenes, habitantes de los sectores más empobrecidos de la ciudad de Guayaquil, de edades comprendidas entre los 14 y 19 años. Esta muestra

fue extraída de un universo de 1’052.250 personas, que corresponden al 39% de la población guayaquileña, cuyas edades pertenecen al rango elegido (entre 14 y 19 años).

Para el análisis de las respuestas se usó como metodología el coeficiente de correlación de Spearman, una medida estadística que se utiliza para evaluar la relación entre dos variables clasificadas en orden. El coeficiente de correlación varía de -1 a 1, donde -1 indica una correlación negativa perfecta, 0 indica que no hay correlación y 1 indica una correlación positiva perfecta. En este caso, se realizó -con el software SPSS- un análisis de correlación de Spearman para evaluar la relación entre las variables de edad y consumo de televisión convencional y *streaming*.

Además, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para investigar las posibles diferencias entre el consumo de televisión convencional y de *streaming*, en función de la edad de los participantes. ANOVA se basa en la idea de que la variabilidad observada en un conjunto de datos se puede dividir en dos componentes: la variabilidad entre grupos y la variabilidad dentro de grupos. El objetivo del ANOVA es determinar si hay alguna diferencia significativa entre las medias de los grupos y si esta diferencia es más grande que la variabilidad esperada por el azar.

2.1.Análisis de resultados

		¿Qué edad tienes?	¿Qué plataforma usa más diariamente, para consumir contenidos informativos o de entretenimiento?
Rho de Spearman	¿Qué edad tienes?	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,180
		N	349
	¿Qué plataforma usa más diariamente, para consumir contenidos informativos o de entretenimiento?	Coeficiente de correlación	-,072
		Sig. (bilateral)	,180
		N	349

Tabla 1 – Análisis de correlación de las variables edad-uso de plataforma

	P	p	N
Edad - Uso	-,072	,180	364

Tabla 2 – Correlación edad-uso de plataforma

El coeficiente de correlación obtenido de -0,72 indica una correlación negativa fuerte entre la edad y el consumo de TV convencional y *streaming*, lo que sugiere que a medida que aumenta la edad, disminuye el consumo de TV convencional y *streaming*.

La significancia obtenida de 0,180 indica que, aunque no alcanza el nivel de significación tradicional ($p < 0,05$), existe evidencia suficiente para sugerir que la correlación es más fuerte de lo que se podría esperar al azar.

Por lo tanto, se puede concluir que, con base a los datos obtenidos, hay una correlación negativa fuerte entre la edad y el consumo de televisión convencional y *streaming*, aunque podría ser necesaria una mayor cantidad de datos para obtener una significación estadística más robusta. Es importante tener en cuenta que una correlación negativa no implica causalidad, y que otros factores pueden estar influyendo en la relación entre las variables.

2.2. Análisis de varianza edad-consumo, en la variable televisión, dimensiones: noticias, programas de farándula y revistas matinales

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19,825	2	9,912	3,101	,046
Dentro de grupos	1105,843	346	3,196		
Total	1125,668	348			

Tabla 3 – Análisis de varianza Anova, edad-consumo, variable contenido_TV, dimensiones: noticias, programas de farándula y revistas matinales

Los resultados del ANOVA muestran que la suma de cuadrados entre grupos (19,825) es significativamente mayor que la suma de cuadrados dentro de los grupos (1105,843). Esto indica que hay una diferencia significativa en las medias entre los tres grupos.

La significancia es menor que el nivel de significancia estándar de 0.046, lo que indica que existe una diferencia significativa entre al menos dos de los grupos en este caso de noticias y programas de farándula tal como se observa en la tabla de descriptivos.

Como resultado se tiene que significancia de 0,046 sugiere que hay una diferencia real y significativa de la edad y el consumo de contenido de TV en tres grupos diferentes: Noticias, revistas matinales (tipo “En contacto”) y programas de farándula., pero se necesita más investigación para determinar las causas subyacentes de esta diferencia.

2.3. Análisis de varianza edad-consumo, variable televisión, dimensión novelas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	41,095	5	8,219	2,647	,023
Dentro de grupos	1058,974	341	3,105		
Total	1100,069	346			

Tabla 4 – Análisis de varianza edad-consumo, variable televisión, dimensión novelas

La tabla ANOVA muestra que la suma de cuadrados entre grupos es de 41,095 con 5 grados de libertad, lo que da una media cuadrática de 8,219. La significancia del valor F de 2,646 es de 0,023, lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas en el consumo de contenido de televisión entre los diferentes grupos de novelas.

Estos resultados del análisis de varianza sugieren que hay diferencias estadísticamente significativas de la edad y el consumo de contenido de televisión entre los diferentes grupos de novelas. La mayor parte de la variación en el consumo de contenido de televisión se debe a las diferencias entre los grupos (suma de cuadrados entre grupos), mientras que la variación dentro de cada grupo (suma de cuadrados dentro de grupos) es menor.

2.4. Análisis de varianza edad-consumo, variable televisión, dimensiones: comedias, películas de acción, series, ánimes, contenido religioso

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	40,867	4	10,217	3,240	,013
Dentro de grupos	1084,800	344	3,153		
Total	1125,668	348			

Tabla 5 – Análisis de varianza, edad-consumo , variable televisión, dimensiones: comedias, películas de acción, series, ánimes, contenido religioso

Los resultados del ANOVA muestran que hay una diferencia significativa entre los grupos en términos de su consumo de contenido de televisión. La suma de cuadrados entre grupos es de 40,867, lo que significa que hay una gran variación entre los grupos en términos de su consumo de televisión.

El valor F es de 3,240 y la significancia es de 0,013, lo que indica que la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

En este sentido se puede concluir que la edad está relacionada con el consumo de contenido de televisión de diferentes géneros y que hay una diferencia significativa entre los grupos en términos de su consumo de televisión.

2.5. Análisis de varianza edad-consumo, variable streaming, dimensiones: noticias, revistas, programas de farándula

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	33,206	2	16,603	5,245	,006
Dentro de grupos	1092,139	345	3,166		
Total	1125,345	347			

Tabla 6 – Análisis de varianza, edad-consumo, variable streaming, dimensiones: revistas, programas de farándula

La suma de cuadrados entre grupos es de 33206, lo que indica que hay una gran variación entre los grupos en términos de su consumo de contenido *streaming*.

La suma de cuadrados dentro de grupos es de 1092,139, lo que indica que hay cierta variación dentro de los grupos, pero en general los datos dentro de cada grupo son bastante similares.

El valor F es de 5,245 y la significancia es de 0,006, lo que indica que la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

Por lo tanto, se puede concluir que existe una relación significativa entre la edad y el consumo de contenido *streaming* de noticias, revistas matinales y programas de farándula. Además, hay una variación significativa entre los grupos en términos de su consumo de contenido *streaming*.

2.6. Análisis de varianza edad-consumo, variable *streaming*, dimensión novelas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	53,385	5	10,677	3,415	,005
Dentro de grupos	1072,282	343	3,126		
Total	1125,668	348			

Tabla 7 – Análisis de varianza, edad-consumo variable *streaming*, dimensión novelas

La suma de cuadrados entre grupos es de 53,385, lo que indica que hay una variación significativa entre los grupos en términos de su consumo de contenido *streaming* de novelas.

El valor F es de 3,415 y la significancia es de 0,005, lo que indica que la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

Por lo tanto, se puede concluir que existe una relación significativa entre la edad y el consumo de contenido *streaming* de novelas. Además, hay una variación significativa entre los grupos en términos de su consumo de contenido *streaming* de novelas.

2.7. Análisis de varianza edad-consumo, variable *streaming*, dimensiones: comedias, películas de acción, series, ánimes, contenido religioso

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	31,492	4	7,873	2,497	,043
Dentro de grupos	1081,414	343	3,153		
Total	1112,905	347			

Tabla 8 – Análisis de varianza, edad-consumo, variable *streaming*, dimensiones: comedias, películas de acción, series, ánimes, contenido religioso

Los resultados del ANOVA muestran que la suma de cuadrados entre grupos es de 31,492 y que los grados de libertad son 4. La media cuadrática entre grupos es de 7,873 y la estadística F es de 2,497, con una significancia de 0,043. Esto significa que hay una diferencia significativa entre al menos dos de las categorías de contenido.

La suma de cuadrados total es de 1112,905, con 347 grados de libertad. Esto representa la variabilidad total de los datos.

En resumen, el ANOVA muestra que existe una diferencia significativa entre al menos dos de las categorías de las cuales son series y películas de acción, en cuanto a la edad y el consumo de contenido *streaming*.

En los resultados generales, el *streaming* (plataformas por suscripción o directos de redes sociales) es el recurso más utilizado por los jóvenes guayaquileños, en detrimento de la televisión. De 47 adolescentes de 14 años, 31 dicen preferirlo. De 18 chicos de 15 años, 12 lo prefieren. De 21 jóvenes de 16 años, 6 eligieron al *streaming* (el único rango de edad donde predominó el favoritismo por la televisión). De 30 chicos de 17 años, 20 dicen preferir al *streaming*. De 71 jóvenes de 18 años, 50 escogieron al *streaming*; y de 163 jóvenes de 19 años, 122 eligieron al *streaming*.

Respecto al contenido ofrecido en televisión, los jóvenes manifestaron que lo que más consumen son noticias, novelas turcas, los ánimes, mangas y dibujos animados. En las plataformas *streaming*, los jóvenes prefieren ver revistas matinales, novelas con temática de violencia o narcotráfico y series.

De los 364 encuestados, 126 señalaron preferir el consumo de novelas de contenido violento o de narcotráfico (tanto en televisión como por *streaming*).

3. Conclusiones

Los resultados generales demuestran un predominio del *streaming* sobre la televisión tradicional, especialmente en jóvenes de entre 17 y 19 años. Es alarmante que una gran parte de los consultados consuma contenido violento o historias de narcotraficantes, si se toma en cuenta el nivel de violencia que se vive en Ecuador y las facilidades que tienen actualmente las bandas narcodelictivas para captar a los jóvenes.

Por otra parte, basados en los resultados del análisis de varianza y la correlación de Spearman, se puede concluir que los jóvenes guayaquileños consumen una cantidad significativa de contenido, tanto en televisión convencional como en *streaming*, y que hay una relación entre la edad y el tipo de contenido que consumen.

En general, los resultados de la correlación de Spearman y el análisis de varianza pueden ser útiles para comprender mejor las preferencias de los jóvenes en cuanto al consumo de medios y cómo estos están siendo influenciados por la edad y el contexto social en el que viven.

Referencias

- Charles, M. (2022, septiembre 25). How Albanian gangs took control of Britain's cocaine. The Telegraph. <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2022/09/25/cocaine-trafficking-albanian-gangs-ecuador-uk-drugs-impact-problem/>
- Diario Expreso. (2022a, mayo 2). Ocho delitos marcan la vida de adolescentes infractores. <https://www.expreso.ec/guayaquil/ocho-delitos-marcan-vida-adolescentes-infractores-126671.html>
- Diario La Hora. (2022). El número de jóvenes que ni estudian ni trabajan es del doble en Guayaquil con respecto a Quito. <https://www.lahora.com.ec/pais/ninis-guayaquil-quito-empleo-educacion-jovenes/>
- Diario La Hora. (2023, febrero 2). Dos niños de 11 y 13 años asesinaron a un policía, en Esmeraldas. <https://www.lahora.com.ec/pais/esmeraldas-dos-ninos-asesinaron-policia/>
- Ecuador en Cifras. (2021). Encuesta Nacional Multipropósito de Hogares. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2020/202012_Boletin_Multiproposito_Tics.pdf
- Ecuavisa (Director). (2022, diciembre 9). Tabla de porte de drogas: ¿Eliminarla acabaría con el microtráfico? <https://www.youtube.com/watch?v=rvS9cEcykGo>
- Espín Silva, F. A. (2017). El delito de sicariato y los adolescentes infractores [Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25998/1/FJCS-DE-1033.pdf>
- Gallup. (2023, enero 20). Ecuador: The Most Dangerous Country in Latin America? Gallup.com. <https://news.gallup.com/poll/468227/ecuador-dangerous-country-latin-america.aspx>
- González, L. R. (2020). Netflix, “más acá” de los contenidos: La interfaz y la plataforma 1. La Trama de la Comunicación, 24(1), 147-164. <https://www.redalyc.org/journal/3239/323963331008/html/>
- González-Martínez, E., & Alava, N. V. (2022). Adicción a las redes sociales en jóvenes guayaquileños, Ecuador. Revista Mídia e Cotidiano, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.22409/rmc.v16i2.51634>
- Kelly, J. (2022). “This Title Is No Longer Available”: Preserving Television in the *Streaming* Age. Television & New Media, 23(1), 3-21. <https://doi.org/10.1177/1527476420928480>
- Machado, J. (2022). Ribadeneira: «50% de aspirantes a las universidades no consigue cupo». Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/universidades-cupos-estudiantes-examen-senescyt/>
- Mentinno, C. (2022). Estado Digital Ecuador abril 2022. <https://www.mentinno.com/gracias-aqui-esta-tu-informe-estado-digital-ecuador-abril-2022/>

- Primicias. (2023, febrero 21). Guayaquil es una de las 24 ciudades más violentas del mundo. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/sucesos/guayaquil-ciudades-violentas-homicidios/>
- Revista Latinoamericana de Seguridad Ciudadana. (2009, septiembre). El sicariato ¿Un homicidio calificado? 8.
- Scolari, C. A., & Albarello, F. (2022). Interfaces: Redes, ecología y evolución. Hipertext. net, 25, Article 25. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2022.i25.01>
- Secretaría Técnica de Prevención Integral de Drogas. (2016). Plan Nacional de Prevención Integral y Control del Fenómeno Socio Económico de las Drogas 2017-2021. http://www.cicad.oas.org/Fortalecimiento_Institucional/planesNacionales/Ecuador_Plan_Nacional_de_Prevencion_Integral_y_Control_del_Fen%C3%B3meno_Socio_Econ%C3%B3mico_de_las_Drogas_2017_2021.pdf
- Swissinfo. (2023, enero 20). Ecuador es el país de América Latina donde los ciudadanos se sienten más inseguros, según Gallup. SWI swissinfo.ch. <https://www.swissinfo.ch/spa/afp/ecuador-es-el-pa%C3%ADs-de-am%C3%A9rica-latina-donde-los-ciudadanos-se-sienten-m%C3%A1s-inseguros--seg%C3%BAn-gallup/48221910>
- Wambra, R. (2022, mayo 11). 85 mil estudiantes sin cupo para la universidad según SENECYT. La FESE habla de 205 mil. Wambra Medio Comunitario. <https://wambra.ec/85-mil-estudiantes-sin-cupo-para-la-universidad>

Aplicación web progresiva para brindar información sobre eventos sociales, Ayacucho, Perú

Hubner Janampa Patilla¹, César Alfaro Mendivel²

hubner.janampa@unsch.edu.pe; cesar.alfaro.27@unsch.edu.pe

¹ Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UII-FIMGC), Av. Independencia s/n, 05000, Ayacucho, Perú.

² Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (EPIS), Av. Independencia s/n, 05000, Ayacucho, Perú.

Pages: 59-69

Resumen: Las aplicaciones web progresivas surgieron en respuesta a los cambios en los comportamientos recientes de los usuarios, donde su presencia en internet se extiende hacia los dispositivos móviles, y la obtención de información a través de ellas, en ese marco, en el presente trabajo de investigación se construye una aplicación web progresiva para resolver el problema actual de la necesidad de información sobre los eventos sociales en la ciudad de Ayacucho, Perú. Donde las personas que pretenden organizar un evento social no disponen de una herramienta tecnológica para almacenar y compartir información con los participantes para el logro de un acercamiento en el tiempo y lugar indicado al evento social. Con esta herramienta los turistas que arriban a la ciudad de Ayacucho encontraran actividades o eventos sociales que suceden dentro de la ciudad de Ayacucho, ya que esta herramienta permitirá brindar información oportunamente. El objetivo es construir una aplicación web progresiva para que brinde información sobre los eventos sociales para la ciudad de Ayacucho, para el cual se aplica el proceso ágil y formal XP, el enfoque de programación orientado a objetos y la programación funcional. Se utilizan las bases de datos relacionales y tecnologías web móviles, con el propósito de proporcionar información sobre eventos sociales, con la finalidad de contar con una solución tecnológica para cubrir necesidades de información.

Palabras-clave: Aplicación web progresiva; proceso ágil XP; tecnologías web; móviles; eventos sociales.

Progressive web application to provide information on social events, Ayacucho, Peru

Abstract: Progressive web applications emerged in response to changes in the recent behavior of users, where their presence on the Internet extends to mobile devices, and the obtaining of information through them, in this framework, in the present research work A progressive web application is built to solve the current problem of the need for information about social events in the city of Ayacucho, Peru. Where people who intend to organize a social event do not have a technological

tool to store and share information with the participants to achieve an approach at the time and place indicated for the social event. With this tool, tourists arriving in the city of Ayacucho will find activities or social events that take place within the city of Ayacucho, since this tool will provide them with timely information. The objective is to build a progressive web application to provide information about social events for the city of Ayacucho, for which the agile and formal XP process, the object-oriented programming approach and functional programming are applied. Relational databases and mobile web technologies are used, with the purpose of providing information on social events, in order to have a technological solution to meet information needs.

Keywords: Progressive Web App; Push Notifications; Offline Work; Hardware Access; Social Events.

1. Introducción

Las denominadas PWA (Aplicación Web Progresiva) aparecen como una nueva perspectiva de construcción de software y arquitectura que busca unir el desarrollo de aplicaciones multiplataforma. Los PWA funcionan como un híbrido entre las páginas web tradicionales y las aplicaciones móviles, proporcionan al usuario una experiencia semejante a una aplicación nativa al brindar un icono de inicio y funcionalidades como notificaciones push que aparecen en la pantalla del usuario, y con la llegada de service-worker, estas aplicaciones brindan funcionamiento sin conexión a través del almacenamiento en caché de las páginas (Agarwal y Dixit, 2019).

Los PWA combinan las funciones de las aplicaciones nativas y la accesibilidad del sitio web, todo sin requerir la participación de ninguna tienda de aplicaciones (Murphy, 2020).

Los PWA utilizan las recientes APIs (Interfaz de Programación de Aplicaciones) proveídas por las webs actuales. Tecnologías como Service-Worker que trabaja en modo automático, por lo que es independiente de la manipulación externa; y los Manifest que son documentos de tipo JSON que contienen información de nombre y color e icono del PWA. Estas tecnologías proveerán a las aplicaciones web progresivas funcionamiento de modo offline, mostrar notificaciones push y tener iconos de acceso de instalación (Aguirre et al., 2018).

El service-worker es una herramienta increíblemente poderosa detrás de la aplicación web progresiva. Entre las funcionalidades que proporcionan los service-worker son: Realizar notificaciones push; Funcionamiento sin conexión; Actualizaciones en segundo plano; y Almacenamiento de datos en memoria caché (Tandel y Jamadar, 2018).

El shell de la aplicación es el HTML, CSS y JavaScript que necesita un interfaz de usuario, lo cual debería permitir a la aplicación cargarse rápido, ser almacenado en caché y mostrar dinámicamente el contenido (Google, 2018).

El web-manifest de una PWA es la responsable de contener información de nombre, autor, icono, descripción en un documento de tipo JSON, lo cual servirá al usuario conocer detalles de la aplicación para interactuar fácilmente (Tandel y Jamadar, 2018).

Trabajo sin conexión es la capacidad de una aplicación móvil para funcionar sin una conexión a Internet. Esta funcionalidad está limitada tanto en el enfoque de desarrollo

nativo como en el híbrido. Por otro lado, cada aplicación desarrollada con el enfoque de PWA tiene la capacidad de ejecutarse en gran medida sin una conexión a Internet debido a la presencia de service worker (Adetunji et al., 2018).

Hay diferentes formas de mantener al usuario interesado y actualizado, como por el correo electrónico, notificaciones en la aplicación y notificaciones push. Las aplicaciones nativas han atraído a sus usuarios mediante notificaciones push durante mucho tiempo. Esta función no se admitió en la web hasta que nacieron las PWA. Gracias a las nuevas API estándar, como la push API de notificación que se crea sobre el service-worker, es posible enviar notificaciones push a los usuarios (Hajian, 2019).

A través de una aplicación web progresiva se puede acceder a las funciones del hardware del dispositivo tales como: Micrófono, Gráficos, Geolocalización, Clipboard, Archivos, Bluetooth, Vibración del Dispositivo, Batería, Orientación y movimiento, Realidad aumentada, etc (Brousek, 2017).

Un evento social es todo suceso que ha sido organizado con anterioridad y que reúne a un grupo de personas en un lugar y hora preestablecidos que desarrollan y comparten un conjunto de actividades relacionadas con finalidad estimular el comercio, la industria, las actividades sociales y culturales, e intercambio en general (Jijena, 2014).

2. Método

Se aplicó el proceso XP (Programación Extrema) como metodología para construir la aplicación web progresiva. El proceso XP se fundamenta en prácticas y valores efectivos que aumentan el rendimiento en la construcción del software. Se creó esta metodología para abordar eficientemente requerimientos complejos con recursos humanos mínimos en el proceso de construcción del proyecto (Kent, 2004). En la programación extrema, todos los requerimientos se expresan como escenarios llamadas historias de usuario, los cuales se implementan directamente como una serie de tareas (Sommerville, 2005).

También se construyó arquitectura API REST para proveer datos a la aplicación web progresiva. Una API (Interfaz de programación de aplicaciones) son funciones que dispone un sistema, a través del cual pueda ser accedido por otro software. En la red, estas funciones o servicios son accedidos mediante la URL (Localizador de Recursos Uniforme). REST (Transferencia de Estado Representacional) se considera una arquitectura de software, entre sus responsabilidades está la de representar la transferencia de datos, para lo cual se apoya en el protocolo de comunicación de HTTP para permitir el intercambio de datos entre dispositivos. REST gestiona los objetos con los métodos de put, delete, get y post (Plaza, Ramirez y Acosta, 2016).

Y se empleó gestor de base datos relacional para guardar información de los eventos sociales. Un gestor de base de datos es el software que permite a los usuarios procesar, describir, administrar y recuperar los datos almacenados en una base de datos (Asenjo, 2009). Una base de datos es un aglomerado de tablas y cada tabla se identifica con una denominación exclusiva. Además, la tabla contiene una serie de columnas y cada columna tiene una identificación única. Y una relación está representada por cada fila de la tabla (Silberschatz et al., 2002).

Para escribir código se aplicó paradigmas de programación funcional y orientado a objetos. La programación funcional es un paradigma de programación, que se caracteriza por el uso de expresiones y funciones, de manera tal, que un programa es en sí una función, que, a su vez, está compuesta de funciones más simples (Hoyos y Puertas, 2017). Y el desarrollo de programación orientado a objetos es un enfoque diferente del mundo informático. Implica la creación de modelos del mundo real y la construcción de programas informáticos basados en esos modelos (Joyanes, 1996).

3. Resultados y discusión

A continuación, se muestran los resultados más relevantes en la construcción de la aplicación web progresiva para brindar información sobre los eventos sociales en la ciudad de Ayacucho, Perú.

3.1. Arquitectura técnica

En la figura 1 se plasma la arquitectura técnica de despliegue del proyecto, lo cual está diseñado para que la aplicación web progresiva pueda consumir datos para su funcionamiento correcto. La arquitectura está compuesta por la aplicación web progresiva para el lado del usuario, API REST y la Base de datos para proveer datos a la PWA, y sus respectivos módulos correspondientes.

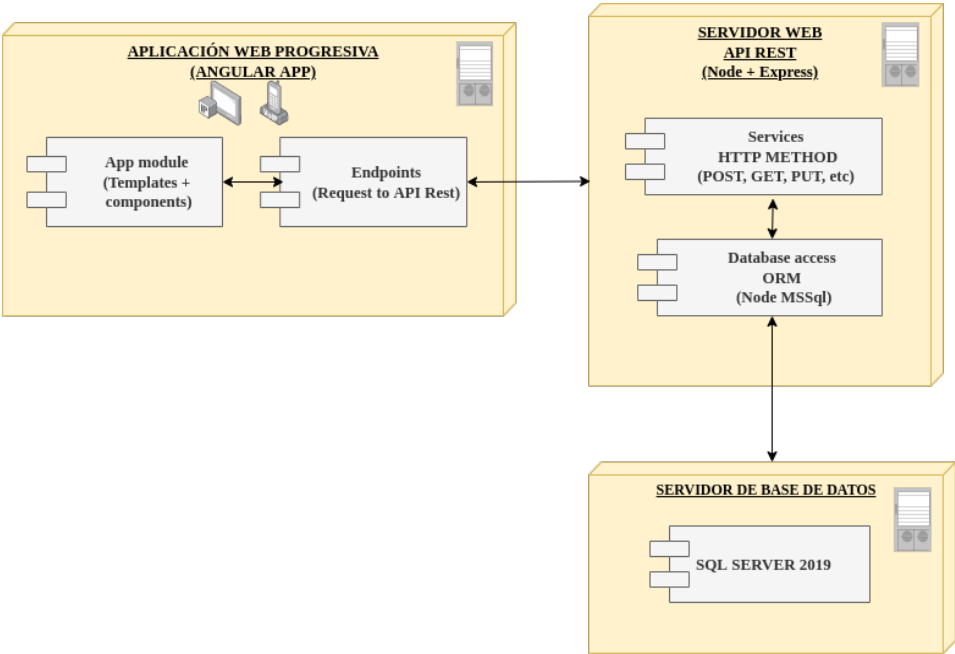


Figura 1 – Arquitectura técnica de despliegue

3.2. Código fuente

El código está escrito en el lenguaje de programación TypeScript, se aplicó el paradigma de programación funcional y el de orientado a objetos complementariamente para aprovechar las ventajas de ambos paradigmas para un desarrollo de software eficiente. En la figura 2 se plasma el código de la función para obtener las credenciales para poder gestionar las notificaciones push. En la figura 3 se muestra la función principal que implementa la solicitud al API REST para enviar notificaciones push al usuario. En la figura 4 se muestra el web-manifest de la aplicación web progresiva que contiene información necesaria cuando se requiera instalar la aplicación en los dispositivos. En la figura 5 se muestra el código para configuraciones de memoria caché para que el service-worker gestione el funcionamiento de trabajo sin conexión.

```
subscribeToNotifications() {
  // Solicito credenciales para enviar notificaciones push
  this.swPush.requestSubscription({serverPublicKey: this.VAPID_PUBLIC_KEY})
    .then(credential => {
      //Convierto a objeto los credenciales obtenidos
      let tokens = JSON.parse(JSON.stringify(credential))
      // Mando guardar credenciales en base de datos
      this.notificationPushService.SaveNotificationPushTokens(tokens)
        .subscribe({
          next: (result) => { },
          error: (error) => { }
        })
    })
    .catch(err => console.error("Could not subscribe to notifications", err))
};
}
```

Figura 2 – Código de la función para obtener credenciales para gestionar notificaciones push.

```
SendNotificationPush(currentUserLocation: any): Observable<Evento[]> {
  // Armo el request
  let url: string = Config + '/open_access/notification_push/send_notification';
  let headers: HttpHeaders = new HttpHeaders({ 'Content-Type': 'application/json', ...(sessionStorage.getItem('token') ? { 'Authorization': `Bearer ${sessionStorage.getItem('token')}` : ''} )});
  let body: string = JSON.stringify(currentUserLocation);
  let options: any = { headers: headers, withCredentials: true, responseType: 'json' };
  // Mando consulta al API
  return this.httpClient.post(url, body, options).pipe(
    map(
      (response: any) => {
        if (response.status) {
          return response.data;
        } else {
          throw response.description || response.error || '';
        }
      }
    ),
    catchError((err) => this.authGuardService.HandleError(err))
  );
}
```

Figura 3 – Código de la función principal que implementa la solicitud al API REST para activar y mostrar notificaciones push al usuario.


```
{
  "name": "geo-event-app",
  "short_name": "geo-event-app",
  "theme_color": "#1976d2",
  "background_color": "#fafafa",
  "display": "standalone",
  "scope": "./",
  "start_url": "./",
  "icons": [
    {
      "src": "assets/icons/icon-72x72.png",
      "sizes": "72x72",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    },
    {
      "src": "assets/icons/icon-96x96.png",
      "sizes": "96x96",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    },
    {
      "src": "assets/icons/icon-128x128.png",
      "sizes": "128x128",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    },
    {
      "src": "assets/icons/icon-144x144.png",
      "sizes": "144x144",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    },
    {
      "src": "assets/icons/icon-152x152.png",
      "sizes": "152x152",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    },
    {
      "src": "assets/icons/icon-192x192.png",
      "sizes": "192x192",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    },
    {
      "src": "assets/icons/icon-384x384.png",
      "sizes": "384x384",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    },
    {
      "src": "assets/icons/icon-512x512.png",
      "sizes": "512x512",
      "type": "image/png",
      "purpose": "maskable any"
    }
  ]
}
```

Figura 4 – Código de la web-manifest de la aplicación web progresiva.

3.3. Interfaz de usuario

Cada interfaz se diseñó para un funcionamiento multiplataforma, el interfaz de usuario es independiente de los dispositivos que tenga el usuario. Por lo que cada interfaz de usuario es adaptable para dispositivos de pantallas grandes y pequeñas. En la figura 6 se muestra la interfaz principal de la aplicación web progresiva para dispositivos con pantallas grandes en donde los eventos sociales se visualizan con marcadores de mapas,

que al hacer clic en el marcador se puede ver detalles de información de un evento social. En la figura 7 se muestra la interfaz para dispositivos con pantallas pequeñas que de igual manera se muestran los eventos sociales con marcadores de mapa. En la figura 8 se muestra la notificación push que contiene información de un evento social que está programado suceder durante el día.

```
{
  "$schema": "./node_modules/@angular/service-worker/config/schema.json",
  "index": "/index.html",
  "assetGroups": [
    {
      "name": "app",
      "installMode": "prefetch",
      "resources": {
        "files": [
          "/favicon.ico",
          "/index.html",
          "/manifest.webmanifest",
          "/*.css",
          "/*.js"
        ],
        "urls": [
          "http://127.0.0.1:8080/bootstrap-icons.7e8b70c0ca62bff8.woff2?30af91bf14e37666a085fb8a161ff36d",
          "http://127.0.0.1:8080/bootstrap-icons.e23375a1fdb9d81a.woff?30af91bf14e37666a085fb8a161ff36d",
          "https://fonts.gstatic.com/s/robotocondensed/v19/1eVi2ZhZi2eCN5jzbjEETS9weq8-33mZGCQYb9lscyU.woff2",
          "https://fonts.gstatic.com/s/materialicons/v121/flUhRq6tzZcLQeJ-Vdg-IuiaDsNcIhQ8tQ.woff2"
        ]
      }
    },
    {
      "name": "assets",
      "installMode": "lazy",
      "updateMode": "prefetch",
      "resources": {
        "files": [
          "/assets/**",
          "/*.svg|cur|jpg|jpeg|png|apng|webp|avif|gif|otf|ttf|woff|woff2"
        ]
      }
    }
  ],
  "dataGroups": [
    {
      "name": "caching-data",
      "urls": [
        "https://maps.googleapis.com/maps-api-v3/api/js/47/6/intl/es_419/common.js",
        "https://maps.googleapis.com/maps-api-v3/api/js/47/6/intl/es_419/util.js",
        "https://maps.googleapis.com/maps-api-v3/api/js/47/6/intl/es_419/map.js",
        "https://maps.googleapis.com/maps-api-v3/api/js/47/6/intl/es_419/geometry.js",
        "https://maps.googleapis.com/maps-api-v3/api/js/47/6/intl/es_419/directions.js",
        "https://maps.googleapis.com/maps-api-v3/api/js/47/6/intl/es_419/marker.js",
        "https://maps.googleapis.com/maps-api-v3/api/js/47/6/intl/es_419/infolowindow.js",
        "https://maps.googleapis.com/maps/api/mapsjs/gen_204?csp_test=true",
        "http://127.0.0.1:8080/open_access/event/get_events/id evento/"
      ],
      "cacheConfig": {
        "strategy": "freshness",
        "maxSize": 5,

```

Figura 5 – Código de configuraciones de memoria caché para que el service-worker gestione el funcionamiento de trabajo sin conexión.

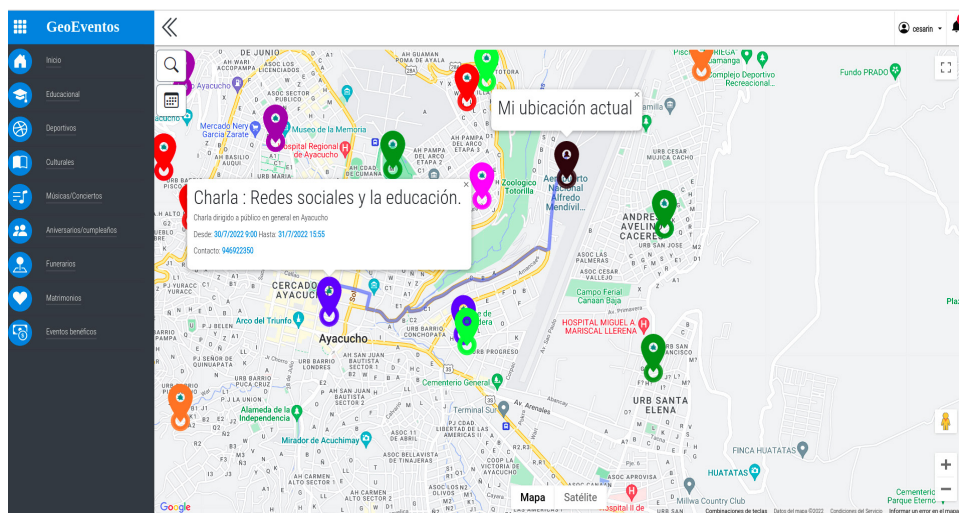


Figura 6 – Visualización de eventos sociales con marcadores de mapa en dispositivos con pantallas grandes.

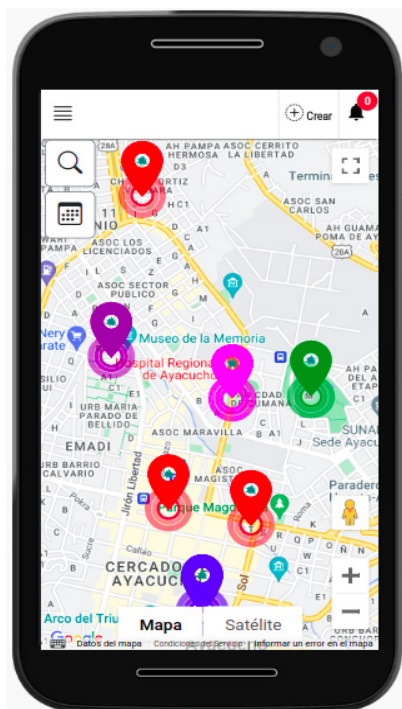


Figura 7 – Visualización de eventos sociales con marcadores de mapa en dispositivos con pantallas pequeños.



Figura 8 – Visualización de la notificación push en la pantalla del usuario.

4. Conclusiones

Se implementó el funcionamiento de trabajo sin conexión a internet en la aplicación web progresiva. Cabe enfatizar que esta estrategia de la aplicación web progresiva emplea la memoria caché de la web para su correcto funcionamiento, por lo que primero se necesita abrir o instalar la aplicación con conexión a internet para cargar los datos en memoria caché. Además, la sobrecarga de recursos en memoria caché de la web afectó el rendimiento y performance de la aplicación, por consiguiente, se sugiere implementar este funcionamiento sólo para módulos o procesos críticos del negocio para garantizar la disponibilidad de información para los usuarios.

Se implementó el funcionamiento de brindar información a través de notificaciones push en la aplicación web progresiva. Cabe remarcar que el diseño del interfaz de la notificación push viene predefinido y depende de los dispositivos mismos, pero el mensaje contenido en ella es gestionado por el programador según el requerimiento de la aplicación.

Se implementó el funcionamiento de acceso al hardware del dispositivo en la aplicación web progresiva para brindar información de un evento social. Al hacer instalable la aplicación web progresiva en un dispositivo con un sistema operativo compatible y un navegador web, la aplicación web progresiva puede acceder al hardware del dispositivo para su funcionamiento. El caso explícito en esta aplicación es el acceso al GPS del dispositivo para obtener la localización geográfica del usuario.

Referencias

- Agarwal, A y Dixit, A. (2019). Progressive Web Applications: Architectural Structure and Service Worker Asset Caching. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 7(9), 127-139. Recuperado el 23 de septiembre del 2021 de: https://www.ijcseonline.org/pdf_paper_view.php?paper_id=4863&25-IJCSE-07685-108.pdf

- Aguirre, V., Ortu, A., Delia, L., Thomas, P., Corbalán, L., Cáceres, G. y Pesado, P. (2018). PWA para unificar el desarrollo Desktop, Web y Mobile. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Recuperado el 19 de agosto del 2021 de: <https://core.ac.uk/download/pdf/287772017.pdf>
- Adetunji, O., Ajaegbu, C., Otuneme, N., y Omotosho, O.J. (2020). Dawning of Progressive Web Applications (PWA): Dawning of Progressive Web Applications (PWA): Edging Out the Pitfalls of Traditional Mobile Development. Recuperado el 20 de septiembre del 2021 de: https://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/5812/2144
- Asenjo, S. J. (2009). Sistemas de gestores de bases de datos. CREATIVE COMMONS, España.
- Brousek (2017). Evaluation and usage of Google Progressive Web Apps technology. Masaryk University. República Checa. Recuperado el 23 de septiembre del 2021 de: <https://is.muni.cz/th/v40z4/bachelor-thesis-pavel-brousek-pwa.pdf>
- Google inc. (2015). Instant Loading Web Apps with an Application Shell Architecture. Recuperado el 23 de setiembre de 2021 de: <https://developer.chrome.com/blog/app-shell/>
- Hajian, M. (2019). Progressive Web Apps with Angular. Recuperado el 20 de septiembre del 2021 de: <https://pdfcoffee.com/progressive-web-apps-with-angularpdf-pdf-free.html>
- Hoyos, G. J. y Puertas, A. (2017). Desempeño de los Paradigmas Funcional y Orientado a Objetos en Arquitecturas Multicore: Caso de Estudio Haskell-Java. Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia. Recuperado el 20 de setiembre del 2021 en : <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v28n5/art09.pdf>
- Jijena, S. R. (2003). Cómo organizar eventos con éxito. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ugerman Editor.
- Joyanes, A. L. (1996). Programación orientada a objetos. Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid, España. McGraw W-Hill/Interamericana de España.
- Kent B. (2004). Extreme Programming Explained. Embrace Change (2º Ed.).
- Murphy L. K. (2020). How to Build Progressive Web Apps (PWAs). Recuperado el 17 de septiembre del 2021 de: <https://www.outsystems.com/blog/posts/how-to-build-progressive-web-apps/>
- Sommerville I., (2005). Ingeniería del software (7º Ed.), España Madrid: Editorial PEARSON EDUCACIÓN.
- Silberschatz A., Korth H. y Sudarshan S. (2002). Fundamentos de Bases de Datos. (4ta.Ed.). (Sáenz et al., Trad.). Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España.

- Plaza, E. S., Ramírez, L. N. y Acosta, M. C. (2016). API de servicios web orientados a accesibilidad. Universidad Complutense de Madrid, España. https://eprints.ucm.es/id/eprint/38686/1/Memoria_API%20de%20servicios%20web%20de%20accesibilidad.pdf
- Sunil Tandel, S., y Jamadar, A. (2018). Impact of Progressive Web Apps on Web App Development. Recuperado el 20 de septiembre del 2021 de: http://www.ijirset.com/upload/2018/september/21_Impact.pdf

Las ciberamenazas en la pandemia de COVID-19: nuevos desafíos en seguridad de la información para la Policía Nacional de Colombia

Ernesto Fajardo Pascagaza¹, Yeiris Yolanis Arzuaga², Luis Carlos Cervantes Estrada³.

ernesto.fajardo9021@policia.edu.co; yeiris.arzuaga3821@correo.policia.gov.co; Luis.cervantes@correo.policia.gov.co

¹ Escuela de Cadetes de Policía General Francisco Santander ECSAN, Cl. 45a Sur #50a-91, 110611, Bogotá, Colombia.

² Escuela de Cadetes de Policía General Francisco Santander ECSAN, Cl. 45a Sur #50a-91, 110611, Bogotá, Colombia.

³ Escuela de Cadetes de Policía General Francisco Santander ECSAN, Cl. 45a Sur #50a-91, 110611, Bogotá, Colombia.

Pages: 70-85

Resumen: En Colombia se observó un incremento de ciberamenazas, en época de pandemia y una de las causas fue la masificación del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Se acudió al enfoque mixto, tipo explicativo y documental, a partir del análisis documental, entrevistas y encuestas mediante herramientas MAXQDA, IBM SPSS, ATLAS TI. Se halló que entre los retos que enfrenta la Policía Nacional, inherentes a las ciberamenazas generadas en época de pandemia por COVID 19, está la de reforzar la seguridad cibernética, invertir en herramientas tecnológicas, protocolos y medidas de prevención virtual, para generar una cultura de la ciberseguridad, a partir de la capacitación y entrenamiento del personal uniformado. Como conclusión, la Policía Nacional debe implementar métodos de planificación del servicio cibernético usando inteligencia artificial y herramientas tecnológicas de alto impacto para contrarrestar las ciberamenazas que afectan la seguridad y la convivencia ciudadana.

Palabras-claves: Delitos informáticos; ciberamenazas; pandemia; modelos delictivos; ciberseguridad.

Cyber threats in the COVID-19 pandemic: new challenges in information security for the Colombian National Police

Abstract: In Colombia, an increase in cyberthreats was observed in times of pandemic and one of the causes was the widespread use of Information and Communication Technologies (ICT). The mixed approach, explanatory and documentary type, was used, based on documentary analysis, interviews and surveys using MAXQDA, IBM SPSS, ATLAS TI tools. It was found that among the challenges faced by the National Police, inherent to the cyber threats generated in times of the COVID 19 pandemic, is to reinforce cyber security, invest in technological tools,

protocols and virtual prevention measures, to generate a culture of cybersecurity, based on the training and training of uniformed personnel. In conclusion, the National Police must implement cyber service planning methods using artificial intelligence and high-impact technological tools to counter cyber threats that affect security and citizen coexistence.

Keywords: Computer crimes; cyber threats; pandemic; criminal models; cybersecurity.

1. Introducción

El 11 de marzo del año 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) calificó el Coronavirus como una pandemia. En este sentido, el Gobierno colombiano estableció mediante la resolución No. 385 (2020), la emergencia sanitaria (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020), implementando la modalidad de teletrabajo y un sin número de actividades cotidianas que se realizaban de forma presencial, a partir del uso de las TIC. (Mejía et al, 2021). Para Ramos et al. (2020), la transformación digital está causando cambios en la forma de trabajar de los colombianos, lo cual ha generado brechas de ciberseguridad (Branco y da Fonseca, 2022), asociadas a la pandemia (COVID 19) afectando la convivencia y seguridad ciudadana. Es por ello que esta área cobra gran relevancia para la prevención de las diferentes amenazas cibernéticas, empleando capacidades, habilidades y herramientas para evitar daños colaterales asociados.

A raíz de la pandemia ha generado una crisis social, ambiental, cultural, política, estableciendo una coyuntura sistémica y social. Además, se declaró estado de emergencia por parte del Gobierno nacional y se tomaron medidas para los más afectados como ingresos solidarios entre otras, sin embargo, esta situación dejó personas en estado de vulnerabilidad, pobreza, desigualdad, desempleo y educación lo cual propició protestas sociales provocando alteración en el orden público (Álvarez, 2021). Es decir, ha traído una migración del delito al ciberespacio, como las campañas de desinformación y movilizaciones, que incrementaron el uso desmedido de las plataformas evidenciando la inconformidad y cansancio de la sociedad por la desigualdad que conlleva a la violencia (Vásquez 2021). Dado que la conectividad ha sido la combustión de los colombianos para estar comunicados en el confinamiento, los delincuentes provocaron vulneración en la seguridad de los dispositivos móviles (Sasidharan et al., 2020).

A continuación, se describen algunos antecedentes, como los resultados de la Organización Internacional de Policía- INTERPOL (2020), donde se afirma que la mala utilización de las TIC generaron riesgos y ciberamenazas relacionadas con la pandemia. Baste como muestra los nombres de dominio malicioso alusivos al COVID, estafa en línea y phishing; malware destinados al robo de datos y obstructivos (ransomware), negación de servicios (DDoS). Así mismo, el Grooming, sextorsión, ciberacoso, sexting que destruyen las emociones y psicológicamente a las personas (González, 2021). Otros casos afectan la salud, el cierre total de la red de internet, la creación de páginas web maliciosas, la explotación de nodos de acceso y otros no identificados (Muthu Palaniappan, 2021). Además, a través del CAI Virtual del Centro de Capacidades para la Ciberseguridad de Colombia - "C4" (2021) de la Policía Nacional, se registraron más de 11950 incidentes, 640 malware examinados, 2.391 estafa por compra y/o venta de productos, 1753 phishing, 1776 suplantaciones de identidad, phishing 1087, 1045

malware, 972 amenazas por redes sociales, 676 Injuria y/o calumnia a través de redes sociales, abuso y explotación sexual de menores, se reportan 1176 casos de Pornografía Infantil por el CAI virtual de la Policía Nacional.

Las ciberamenazas se convirtieron en la mayor preocupación y el gran reto institucional en época de pandemia. Más aún cuando la evolución de estas, afectaron la seguridad y la convivencia ciudadana. Por otro lado, la Federal Bureau Of Investigation “FBI” (2021), dice que ocurren más de 4,000 ciberamenazas de ransomware en el día y los pequeños negocios son atacados en un (43%) por ciberamenazas. Entre un año y otro aumentaron los delitos informáticos en un 97% y se registraron 280 casos de comercio por las redes sociales relacionados con estupefacientes. El 67% de profesionales en TIC aseguran que el mal uso de la tecnología creció exponencialmente, de tal forma que la modalidad del ransomware creció en un 500% en Colombia (Ospina y Sanabria, 2020). Teniendo en cuenta que la mayoría de los malware son polimórficos dificulta la detección y mitigación del riesgo.

Con la transformación digital es necesario proteger la información e integridad personal. Como se ha afirmado, los nuevos modelos delictivos de los cibercriminales hacen efectivas las ciberamenazas, desatando un problema Global sin fronteras (Ballesteros, 2020). Por tanto, la seguridad y convivencia ciudadana se ve en riesgo, razón por la cual, se deberían conocer las ciberamenazas y el comportamiento de afectación para poder contrarrestar y combatir el cibercrimen, facilitando la toma de decisiones. Aunado a esto, se deben tener en cuenta las acciones pertinentes para poder dar respuesta a los retos que esto conlleva, aportando al mejoramiento del servicio policial. Por lo anterior surge la pregunta: ¿Cuáles son los retos generados por las ciberamenazas en el contexto de Pandemia COVID 19, que enfrenta la Policía Nacional, para mantener la seguridad y convivencia ciudadana? Para poder responder la anterior pregunta, se analizan algunos antecedentes investigativos de autores como Alvear (2020), quien afirma que las ciberamenazas son de gran preocupación para los Estados, por ende, para la Policía, con la presencia de vulneraciones, afectan la confidencialidad y protección de los datos personales y sensibles de estas Instituciones. De igual forma Ballestas (2021), descubrió que el malware está en aumento por el crecimiento del uso de dispositivos del Internet de las cosas “IoT”, objetivo de los hackers para apoderarse de las contraseñas de los sistemas de información personal, teniendo en cuenta que estos tienen baja seguridad de los datos. (Ramírez y Rincón, 2022).

Para Santiago Tato (2020), la tecnología avanza y la mayoría de las personas son dependientes de la internet, razón por la cual, luego de la transformación digital acelerada por la pandemia, los dispositivos conectados son blanco de los ciberdelinquentes y de ataques inmateriales, así como físicos. Por otro lado Ramírez (2021), realizó una estrategia de análisis de explotaciones de vulnerabilidades y pruebas de intrusión a través de herramientas para mitigar los riesgos. Considerando que, entre los ataques más aplicados por los actores criminales, está la *Denegación de Servicio Distribuido-“DDoS”*, el cual afecta las escuelas y las bases de datos tanto privadas como las públicas.

Serna (2018), analiza la capacidad de ciberseguridad en Colombia y halla que los problemas asociados a la interconexión pueden afectar a las empresas del sector que emplean desarrollos tecnológicos, resultando en ciberamenazas, así como en los entornos cibernéticos que presentan desafíos a la seguridad de datos confidenciales. Así, por ejemplo, las amenazas como espionaje, cross-site, Scripting-XSS, inyecciones SQL,

Phishing, descifrado de contraseña, interceptación de paquete, ataques DDoS y DoS, malware entre otros, que podrían afectar a la seguridad. Es por eso que el Gobierno y las Fuerzas Públicas han venido trabajando en el fortalecimiento de las políticas para mitigar los riesgos producto de las ciberamenazas y ataques por los ciberdelincuentes. Pese a lo anterior, es de gran preocupación la existencia de un territorio sin límites llamado “Ciberespacio” en el cual hay muchos beneficios, que ofrecen la posibilidad de una inclusión de nuevas plataformas tecnológicas para facilitar servicios a la ciudadanía y aportar al desarrollo social, financiero y económico para los estados.

2. Método

2.1. Diseño Metodológico

El enfoque de la investigación es mixto, toda vez que se desprende una revisión bibliográfica relacionada con la identificación de las ciberamenazas que han impactado en gran medida la seguridad ciudadana durante la pandemia del COVID-19, así como la aplicación de los objetivos y técnicas instrumentales de recolección de información: análisis de contenido, entrevista y encuestas. Así mismo, se combina el método cuantitativo y cualitativo, obteniendo datos confiables con el fin de tener el control sobre las variables que intervienen en el estudio, permitiendo identificar las ciberamenazas más frecuentes, su afectación y los retos a los que se enfrenta la institución en materia de convivencia y seguridad cibernética.

2.2. Tipo de investigación.

La investigación es explicativa, puesto que en su desarrollo se pretende establecer las causas de incremento de las ciberamenazas de mayor afectación ciudadana generadas en la pandemia de COVID 19 en la Ciudad de Bogotá D.C, localidad Tunjuelito. En este sentido, se explican los retos que enfrenta la Policía Nacional, con el propósito de garantizar las condiciones de seguridad y libertad de los mismos, lo anterior teniendo en cuenta que con el uso de los Sistemas de Información y las Tecnologías se contribuye a la dinamización de la economía del país.

Una investigación es de tipo explicativa cuando establece los hechos mediante la relación de las causas y efecto que las variables de estudio presentan, fundamentado en hipótesis, resultados y la conclusión para la obtención de un nivel profundo de conocimientos. Para Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014). Una investigación de este tipo es cuando se establecen las causas de eventos y fenómenos de tipo físico o social, explicando el porqué de estos, en qué condiciones se manifiestan o por qué se relacionan diferentes variables.

De Igual forma, es de análisis documental, porque se identifican las diferentes ciberamenazas generadas en pandemia de COVID 19, que afectan a los colombianos, mediante una revisión y contraste de las diferentes fuentes de información, en la cual se solicita a las distintas áreas de ciberseguridad de la Policía Nacional las estadísticas de las ciberamenazas y/o ciberdelitos registrados y denunciados en la pandemia. Para Palella y Martins (2020), la investigación de este tipo se establece cuando se obtiene una recopilación de datos o información de diversas fuentes, tanto orales como escritas.

2.3. Técnicas de recolección de información

Se desarrolla la investigación de acuerdo a la aplicación de los objetivos mediante los instrumentos de recolección de la información como el análisis de contenido para obtener el primer objetivo y categorizar las variables objeto de estudio, con la búsqueda en bases de datos PUBMED, Google Académico, bajo los criterios del método Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta - Analyses (PRISMA), utilizando palabras claves como: Cyber threats, Cybercrime, antivirus, pandemia, seguridad ciudadana, criminal modality.

Se aplicaron encuestas prediseñadas a la población con exclusión a personas mayores de 20 años que tengan un nivel básico de secundaria, técnicos y profesionales. Se aplicaron entrevistas con el propósito de establecer aspectos claves para la identificación de las afectaciones de las ciberamenazas aportando información de relevancia para la triangulación de variables objeto de estudio, y se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo con la utilización de software: MAXQDA y ATLAS TI y IBM SPSS.

2.4. Población y muestra

Se realizó un análisis de contenido a los diferentes informes que aporta la Dirección de Investigación Criminal, la Dirección de Protección, y los documentos y/o reportes de ciberseguridad de Casa Matrices de Antivirus (Mcafee, Kaspersky y ESET etc.). Igualmente, se cuenta con una población de la localidad de Tunjuelito de 104.972, Confiabilidad de 95% ($1 - \alpha$) (que corresponde a $Z = 1,96$), con desviación estándar $S = 0,4$, un error de estimación $\varepsilon = 5\%$, que aplicando la fórmula matemática que más adelante se describe, se obtiene una muestra (n) de 244 ciudadanos. Se aplicó el instrumento encuesta a una muestra variable de ciudadanos, con el propósito de obtener información sobre las ciberamenazas y afectaciones que ha tenido la ciudadanía durante la pandemia COVID-19.

Fórmula matemática para obtener muestra (n)

$$n = \frac{S^2}{E^2/Z^2 + S^2/N}$$

Donde: $SA^2 = 0.4^2 = 0,16$; $EA^2 = 0.5^2 = 0,25$; $SA^2 = 0,16$; $ZA^2 = 1,96^2 = 3,8416$; $N = 104972$ y $n = 244$

Nota. Estos datos se aplicaron en la fórmula matemática, obteniendo la muestra para la aplicación del instrumento encuesta y entrevista. Fuente: Elaboración propia.

La confiabilidad es del 95% ($1 - \alpha$) (Que corresponde a $Z = 1,96$), con desviación estándar $S = 0,4$, un error de estimación $E = 5\%$ y se supone que no conoce el tamaño de la población ($N = 104972$). Se contó con una población aleatoria de expertos en ciberseguridad de 25 funcionarios de las diferentes áreas como son: jefes del C4 - Cibergaula - Laboratorio Forense Dirección Protección y CSIRT Policía Nacional, con la fórmula (matemática para obtener (n)) se obtiene una muestra (n) de 10 funcionarios. El propósito de la entrevista a los jefes de C4-DIJIN, jefe del Ciber Gaula, jefe del Laboratorio Forense de la Dirección de Protección y Encargado del CSIRT Policía Nacional, es identificar los retos y oportunidades que presenta la Policía Nacional ante las nuevas amenazas presentadas por el COVID-19

3. Resultados y Discusión

En este apartado se establecen las fases relacionadas con los resultados de la investigación a partir del contexto de la pandemia y la afectación de la seguridad de la información por parte de las ciberamenazas.

3.1. Fase 1. Las ciberamenazas generadas en contextos de pandemia

Con la aplicación del instrumento de análisis de contenidos, se lograron categorizar 65 documentos en 3 categorías: 1) Ciberamenazas (16 documentos), 2) Antivirus (23 documentos) y 3) Modalidad Delictiva (13 documentos), establecidos en las bases de datos PUBMED, Google Académico, bajo los criterios del método Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta - Analyses (PRISMA), utilizando palabras claves como: Cyber threats, Cybercrime, antivirus, pandemia, seguridad ciudadana, criminal modality. Reportes e informes (13), incluye respuestas de la solicitud a la Dirección de investigación Criminal e INTERPOL, Grupo de Información de Criminalidad, Dirección de Protección, analizados con el software MAXQDA.

El análisis de los documentos arrojó el porcentaje de las palabras con más frecuencia en los documentos y que posiblemente tengan una mayor afectación de la seguridad tecnológica. Por lo anterior, se identificaron dentro de la seguridad de la información e infraestructuras las problemáticas más críticas, las familias colombianas, la tranquilidad y seguridad convivencia Ciudadana, así como la integridad de los niños, niñas y adolescentes (Figura 1).

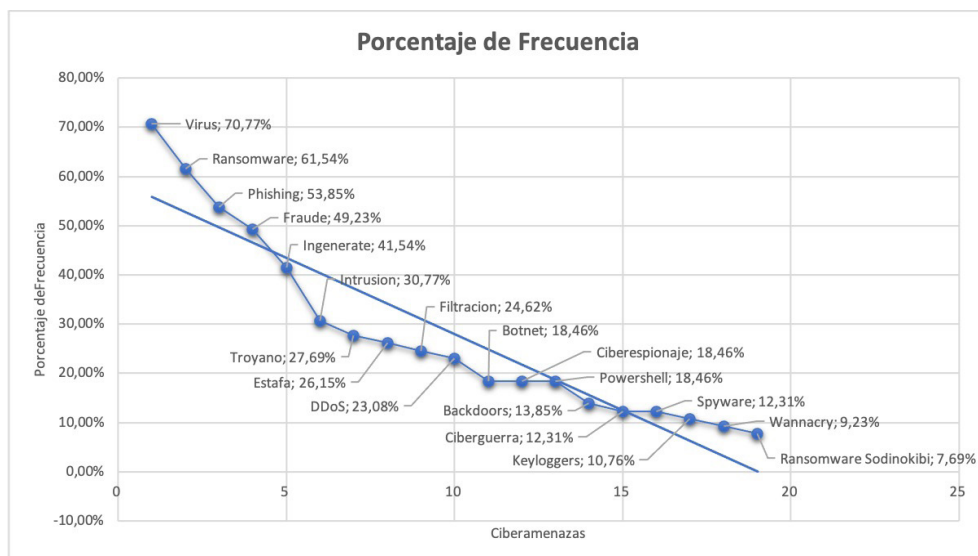


Figura 1 – Comportamiento de la frecuencia de ciberamenazas relacionadas en documentos analizados.

Nota. Comportamiento de la recurrencia documental de las ciberamenazas.
Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se analizan 13 informes de las áreas encargadas de la gestión de incidentes en la Policía Nacional, y se obtienen las ciberamenazas más recurrentes aumentadas en pandemia del COVID 19, entre otras ciberamenazas que han causado afectación a la seguridad y convivencia ciudadana son: Sextorsión 6,15%, Smishing 6,15%, la cuales afecta la tranquilidad de los ciudadanos, niñas, niños y adolescentes en general, Hijacking 6,15%, Payloads 6,15%, Maze 6,15%, Injuría 4,62%, Bluekeep 3,08%, EternalBlue 3,08%, WannaCrypter 1,54%, minería 1,54%, Criptomonedas 1,54%, Emotet 1,54%. En el marco de la pandemia cada una de estas ciberamenazas hacen daño a los diferentes sectores públicos y privados en especial el de la salud, a las niñas, niños y adolescentes, tanto a las familias.

De igual forma, se realiza el análisis de los 13 informes de las casa de antivirus, ESET-Security, FIREEYE.en.es, McAfee, SONICWALL, y Securelist Kaspersky, se realiza el cruce de información con el software MAXQDA y se obtienen el porcentaje de las ciberamenazas más recurrentes en épocas de pandemia COVID-19: malware con 72%, familias de Ransomware (Ransomware-GVZ, ransomware-attack, ransomware-as-a-service, Trojan-Ransomware) 61%, Troyanos (TrojanDownloader, troyano-dropper, -troyano-emotet) 9%, (UNC2452, UNC788, UNC2062, UNC902, UNC1733) 9% son actores que amenaza el Estado o la nación con ciberespionajes, ciberespionaje 4%. Estos porcentajes representan una posible amenaza, latente y se transformacional en otras más sofisticadas, afectando las empresas pequeñas, organizaciones y entidades locales y a la comunidad en General.

En concordancia con las estadísticas aportada por el CAI Virtual del Centro Cibernético Policial adscrito a la Dirección de Investigación e INTERPOL las ciberamenazas más frecuentes: amenazas por redes sociales en un 19%, malware 19%, secuestro de datos 17%, ransomware 15%, estos ataques van dirigidos a las instituciones que combaten la pandemia como los centros médicos, hospitales y laboratorios que trabajan sobre la vacuna del COVID 1-9, troyano 7%.

Comparando los resultados con el informe de la Dirección de Protección y Servicios Especiales de la PNC- DIPRO, reporta una tendencia de los últimos 3 años de los delitos que han aumentado. Como el acceso abusivo de los sistemas informativos, obstaculización ilegítima de los sistemas informáticos de la red, interceptación de datos informáticos, hurto por medios informáticos, violación de datos personales, suplantación de sitios web (estafas BEC).

La pandemia COVID 19 ha causado un impacto considerable de altos desafíos a nivel mundial y Colombia no se queda atrás; las amenazas cibernéticas actualmente se basan en ingeniería social usando técnicas psicológicas para utilizar los datos de internet de los usuarios. La ingeniería social utiliza técnicas como el Smishing, scamming, vishing, phishing utilizados en conjunto con métodos de envío de correos electrónicos, aplicaciones móviles, sitios web falsos y que los principales objetivos de estas ciberamenazas son las infraestructuras, las entidades hospitalarias o de atención médica, impactando negativamente en su economía y en la salud de los pacientes. Los ciberdelincuentes usan para estos fines software como el troyanos, bots y ransomware.

Se logra establecer que las amenazas como ransomware, malware, wanacrypter, phishing, ingeniería social e intrusión de los sistemas, aun tenido un incremento gradual

a través de los años en que se pronunció la pandemia (COVID 19). Estos van dirigidos al estado, ciudadanía, sectores públicos, financiero y salud, que se obtienen mediante una ponderación porcentual de palabras recurrentes generadas del mismo análisis documental.

3.2. Fase 2. Afectación de las ciberamenazas en la seguridad ciudadana

Se realiza una encuesta prediseñada con 18 preguntas escala Likert, la cual se valida por 5 expertos en ciberseguridad de diferentes universidades externas a la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander – ECSAN, se cargan las preguntas, incluyendo el consentimiento informado en un formulario de Google forms, obteniendo los resultados y la sistematización de 244 encuestas aplicados a la ciudadanía de la localidad de Tunjuelito en Bogotá D.C. de Colombia (Figura 2), determinando la correlación de forma negativa respecto al aumento de las ciberamenazas frente a la afectación en los sectores y el impacto en la ciudadanía.

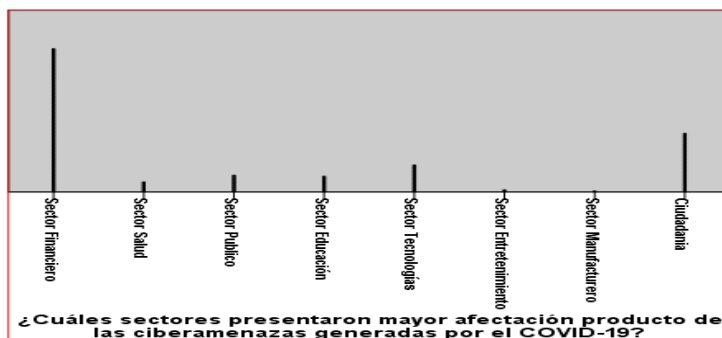


Figura 2 – sectores afectados por las ciberamenazas generadas en pandemia COVID 19

Nota. Análisis de sectores afectados a través del software IBM SPSS, versión 25. Fuente elaboración propia (2021). Fuente: Elaboración propia

El acceso ilegal y obstrucción de los sistemas de información y bloques de dispositivos causan interrupción de manera física a la accesibilidad de los servicios, lo cual exige un gran desafío para la Policía Nacional. El Estado en cabeza de la Policía Nacional constitucionalmente, tiene el fin primordial de proteger vidas, derechos y bienes (Constitución Política de Colombia, 1991). El resultado de esta encuesta se somete a un análisis cuantitativo mediante el diagrama de dispersión tridimensional- DDT mediante el software IBM SPSS (Tabla 1), las afectaciones, causas y sectores afectados por las ciberamenazas más recurrentes en épocas de pandemia (COVID 19).

Los sectores más afectados con el aumento de las ciberamenazas generadas en la pandemia COVID-19 son: el Sector financiero con el 52%, que transportó a la virtualidad a sus clientes en época de pandemia, ocasionando masificación de las transacciones on line desde cualquier dispositivo conectado a internet; el 32.8 % se debe al bajo conocimiento de los clientes en el manejo de plataformas virtuales, y el 23 % es por la

baja seguridad en los sistemas por parte de las entidades financieras, uno de los sectores más afectados por la cantidad de pérdida de dinero con una recurrencia del 38,9 %.

Sector	Frecuencia	Porcentaje
Financiero	128	52.5 %
Público	14	5.7 %
Tecnológico	23	9.4 %
Ciudadanía	41	16.8 %
Total	244	100 %
Afectación	Frecuencia	Porcentaje
Pérdida de reputación	34	13.9 %
Pérdida de dinero	127	52.0 %
Pérdida de información	82	33.6 %
Total	244	100 %
Ciberamenazas	Frecuencia	Porcentaje
Estafa por compra y/o venta de productos y/o servicios en internet	117	48.0 %
Phishing	26	10.7 %
~~Ransomware~~	14	5.7 %
Suplantación de identidad	46	18.9 %
Total	244	100 %

Nota. Análisis de encuestas a través del software IBM SPSS, versión 25.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 – *Afectaciones y sectores ocasionados por ciberamenazas durante la pandemia producto del COVID 19*

El ciudadano del común sigue con un 16,8%, sufriendo una afectación en la pérdida de dinero con el 52,7 %, la pérdida de información con el 33,6% y, por último, la pérdida de su reputación con el 13,9%; los ciberdelincuentes aprovechándose de la situación de pandemia suplantando laboratorios y empresas con el fin de vender y/o comercializar supuestas vacunas y remedios para curar el COVID 19.

Así mismo, los sectores relacionados con las Tecnologías presentan una afectación del 43% por causa de poco o ningún control de seguridad en los sistemas de información y con un 47,6% los sistemas de información. El sector Público 5,7% ocasionados por los daños en los sistemas de información con el 29%, causados por las herramientas de hardware y software obsoletas y por la falta de protocolos en el aseguramiento de la información. En cuanto a educación 5,3% y salud 3,7% causada su afectación por la falta de protocolos en el aseguramiento de la información con una recurrencia del 49,6% y 54,9% respectivamente, entretenimiento 0,8% y la manufactura con el 5,7%, y otros 1,6%.

Otras de las ciberamenazas más recurrentes que afectan la convivencia y la seguridad ciudadana en general, siendo las más utilizadas por los ciberdelincuentes en los sectores

públicos y privados son: La estafa por compras y/o ventas de productos y/o servicios en internet con una frecuencia 48%. Seguido a este la suplantación de identidad 18,9%, es el Phishing 10.7%, las amenazas por redes sociales en un porcentaje de 7,8, va de la mano con el secuestro de cuentas en un 6.6%, cuentas de correo o redes sociales, el “ransomware” 5.7% la mayoría equivalente al 92.6% de las personas encuestadas no conocen esta ciberamenaza. En concordancia con los registros y estadísticas que maneja la Policía Nacional (2021), desde el CAI Virtual de la Policía, en el 2021 se presentaron casos de suplantación de sim card con una variación porcentual de 1800%, Spoofing 1000%, estafa turística 800%, daño informático 600%, constreñimiento ilegal 567% tipificado como delito contra autonomía de la persona, en el art. 182 de la ley 599 (de julio del 2000), Código Penal Colombiano- CPC.

La Ingeniería social 350% delito que perturba los colombianos pero que infortunadamente, Skimming 325%, no está tipificado como delito en el CPC, la suplantación de identidad 91%, amenazas que afectan algunos activos de información de los diferentes sectores. De la misma forma, se evidencia un comportamiento creciente de las ciberamenazas entre el 2018 hasta el 2021. Notoriamente se puede inferir (Figura 3) que en los años donde el pico de la pandemia estaba elevado, se aumenta considerablemente los ciber incidentes de seguridad.

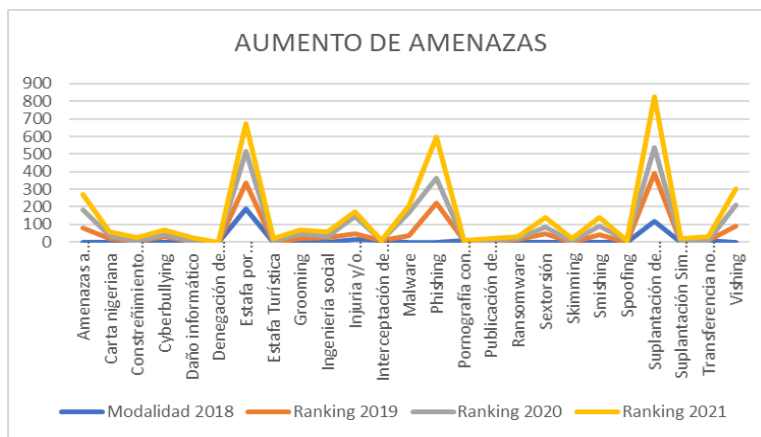


Figura 3 – Ciberamenazas más frecuentes registradas por año 2018-2021 en el CAI Virtual de la Policía Nacional, que afectación de la convivencia y seguridad ciudadana.

Nota. Ranking por años de las ciberamenazas más recurrentes en la pandemia COVID 19, de 2018 a 2021. Fuente: Elaboración propia

La Policía Nacional con la colaboración de INTERPOL detectó delitos de compraventa de medicamentos falsos, estafas financieras y fraude entre otras modalidades delictivas como el malware y ransomware en épocas de pandemia. Kaspersky reportó que se incrementó en un 767 % la afectación “ransomware” y “malwares” en la ciudadanía. Según Beaman et al. (2021), en la pandemia se incrementaron los ataques de ransomware a los sectores financieros, gobierno y salud, y el teletrabajo podría ser la razón de este aumento. Esta amenaza como sus variantes cryptolocker, tolock, telsacryp entre otras,

son de gran preocupación para el gobierno por su gran impacto social, psicológico y económico.

3.3. Fase 3. Describir los retos de la Policía Nacional frente a las ciberamenazas

Se realizó una entrevista prediseñada a partir de una validación de la maqueta de la entrevista aplicada a 7 a expertos de las diferentes áreas de la Policía Nacional de Colombia- PNC, encargada de gestionar los incidentes de seguridad informática, e investigar los ciberdelitos registrados mediante el CAI virtual, con el fin que desde su experiencia en gestión de incidentes, pueda determinar cuáles son los retos que enfrenta la PNC frente a las ciberamenazas que afectan la convivencia y la seguridad ciudadana. La ciberamenazas han aumentado en épocas de pandemia con la medida de confinamiento y teletrabajo, posiblemente por la baja experiencia de los cibernautas en componentes de defensa del ciberespacio expresado en el reporte arrojado por Atlas TI una vez codificadas las variables de estudio.

Los Retos institucionales encontrados en el análisis de entrevista presentan las capacidades tecnológicas, y el talento humano para el aumento de competitividad y productividad, con el fin de obtener más herramientas que aporten a la mejora del servicio ciberespacial de la Policía en las respuestas a los incidentes y atención al ciudadano frente al riesgo de una amenaza, y en este sentido, vigilar las redes de amenazas e identificar las nuevas modalidades delictivas que utilizan los ciberdelincuentes para afectar la convivencia y Seguridad Ciudadana en épocas de pandemia (Figura 4)

La materialización de las ciberamenazas se da por la falta de capacitación y entrenamiento de los usuarios ante estas y la falta de personal idóneo en ciberseguridad para dar respuesta requiere de la expedición de protocolos o leyes para fortalecer las capacidades. Por lo tanto, se hace urgente contraatacar los ciberdelincuentes y proteger a los ciudadanos de a pie de la nueva normalidad y transformación digital con el término de la Pandemia por COVID- 19. Así las cosas, los retos más grades de la Policía nacional son: 1) Trabajar los espacios virtuales carentes de seguridad apropiada para garantizar la sana convivencia y seguridad ciudadana, 2) Enfrentar las ciberamenazas latentes que afectan la convivencia y la seguridad ciudadana, priorizando y focalizando los sectores más afectados. 3) Determinar el modus operandi de los ciberdelincuentes, así como los medios tecnológicos que estos usan para poder superarlos en capacidad tecnológica. 4) Contar con el personal idóneo, con la experticia en materia de ciberseguridad proponiendo estrategias para poder prevenir las vulnerabilidades y ciberamenazas. A partir del entrenamiento constante, la actualización y la adopción de nueva doctrina referente a delitos cibernéticos y ciberamenazas. 5) Actualizar las normas y leyes que rigen la ciberseguridad, reconociendo el ciberespacio como un territorio, que incluye algunas de las ciberamenazas tipificados como delito en la constitución o en código penal. 6) Contar con un pensamiento estratégico y prospectivo para poder anticiparse a la materialización de las ciberamenazas existentes y futuras. A partir del fortalecimiento de las capacidades de desarrollo operacional cibernético policial, tecnologías, almacenamiento y procesamiento de la información. 7) Reformar los planes de carrera para la Policía Nacional, para que desde las escuelas de formación se pueda entrenar al personal en materia de delitos informáticos, ciberamenaza, vulnerabilidades, prevención

y reducción de los mismos. 8) Invertir para el coste de nueva tecnología, infraestructura, capacitación, entrenamiento y/o concienciación para el personal de la Policía Nacional, especialmente al personal del “Modelo Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrantes- MNVCC”, que está más cerca al ciudadano y que debe tener la capacidad de dar respuesta eficaz y eficiente a los requerimientos de la ciudadanía en materia de ciberamenazas y delitos informáticos.

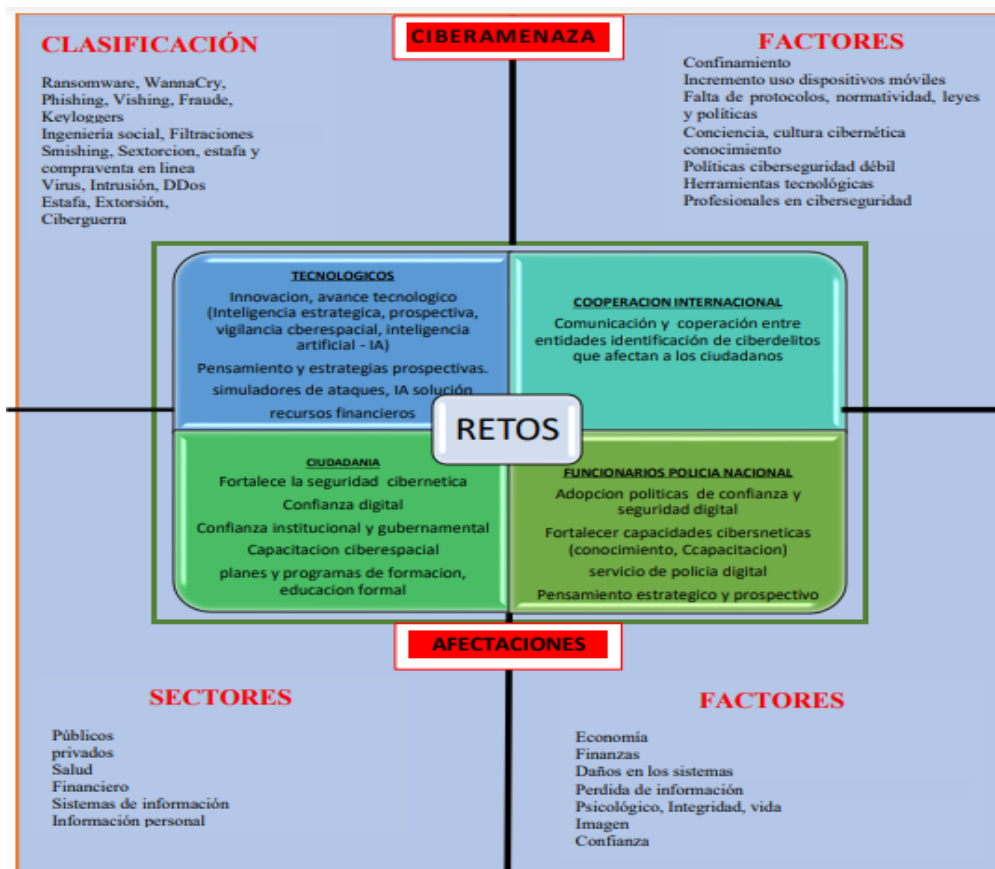


Figura 4 – Triangulación de resultados de las variables clasificación Ciberamenaza, factores y sectores afectados y retos ante los factores de ciberamenazas generadas en la pandemia COVID 19.

Nota. Retos de la Policía Nacional ante los factores emergentes de las ciberamenazas. Fuente: Elaboración propia

En la entrevista con expertos, se encontró que no hay suficiente personal idóneo y la falta de capacitación de los existentes, así como entrenamiento para afrontar los retos en capacidades técnicas, y respuestas efectivas de los policiales “Modelo Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrantes- MNVCC” a la ciudadanía. Existe un

desconocimiento del tema de ciberseguridad, toda vez que solo lo manejan el “Equipos de Respuesta a Incidentes Informáticos CSIRT”, el centro de protección de datos, el Centro Cibernético Policial y el Centro de Protección de Datos. Las autoridades de Policía tienen un gran reto para prevenir el temor, los peligros y la fobia digital de los ciudadanos en el ciberespacio, para poder anticiparse a las nuevas conductas que atentan contra la convivencia y seguridad ciudadana.

Pese a que en Colombia y la Policía Nacional cuenta con estrategias y grupos dedicados al control y respuestas de las ciberamenazas como El COLCER, CSIRT, MINTIC, Política de Defensa nacional en otras, no es suficiente para suplir las ciberamenazas generadas en pandemia. Según *Ospina y Sanabria (2020)*, existe una escasez de personal con experticia en materia de ciberseguridad permitiendo que se vulnere la integridad, seguridad, así como la dignidad de todos los colombianos. *Izquierdo y Cueva (2021)*, concluye que para que el personal encuestado como para los autores en mención y el resultado de los análisis, la evolución de las modalidades y lo incógnito del delito dificulta la sanción de las faltas que afectan a la ciudadanía en general.

4. Conclusión

Con la llegada de la pandemia se masificó el uso de la internet y la falta de atención a la seguridad cibernética ocasionando vulnerabilidades. Esta coyuntura es aprovechada para explotar estas vulnerabilidades y afectar la seguridad y convivencia ciudadana, como son la débil configuración y políticas de seguridad de la información, que impide contrarrestar las ciberamenazas. Los ciberataques y las amenazas cibernéticas se volvieron una preocupación latente del Gobierno Nacional de Colombia y el mundo, convirtiéndose en uno de los temas centrales de las políticas de defensa y seguridad nacional, al mismo tiempo que exige una serie de capacidades cibernéticas y estratégicas para contrarrestar las amenazas generadas en el ciberespacio.

A pesar de los esfuerzos del Gobierno, con el apoyo de la Policía nacional con el CSIRT y Centro Cibernético Policial, entre otros, para la protección de la información con diferentes políticas y protocolos de seguridad en el ciberespacio, se evidencia una falta de inversión en el área, así como capacitación al personal necesario para la celeridad de respuesta a la ciudadanía. El personal que ha sido capacitado se retira de la unidad y se pierde el conocimiento dejando un vacío difícil de subsanar de forma inmediata y así poder continuar con los procesos y procedimientos relacionados con la gestión de incidentes.

El personal uniformado tiene un bajo nivel de conciencia y entrenamiento para atender los requerimientos de la ciudadanía referentes a los ciber incidentes, porque existe un pequeño grupo con el conocimiento en investigación de los ciberdelitos ya materializados. Sin embargo, todo el personal de la Policía Nacional debe estar en la capacidad de orientar al ciudadano y muchas veces no saben el procedimiento ni la forma como pueden evitar que estos sean víctimas de los ciberdelincuentes. Los policías del modelo de vigilancia por cuadrantes desconocen el procedimiento de la normatividad para determinar si un incidente de seguridad es un delito, y, por lo tanto, muchas veces la falta de conocimiento y una buena orientación, dificulta la eficacia del servicio de policía.

El accionar del equipo de respuesta de incidentes de la Policía Nacional es más reactivo que preventivo, si bien es cierto cuenta con un antivirus y protocolos de seguridad para la defensa de sus sistemas de información, dominios e infraestructuras. Es claro que en la sociedad existe un problema y es que al pasar de los años se evidencia un notable aumento de ciberamenazas reincidentes, siguen siendo víctimas constantes de ciberamenazas que son recurrentes en años anteriores de la llegada de la pandemia.

Existen ciberamenazas que aún no están tipificadas como delito en el código penal o leyes que rigen la seguridad ciudadana, por lo que algunos de estos quedan en la impunidad, generando una percepción de inseguridad y falta de confianza en la reglamentación de la protección del ciberespacio. La ingeniería social usa modalidades como Smishing, scamming, vishing, phishing, Spam, entre otras, para afectar psicológicamente a los cibernautas, ocasionando además una afectación económica, a la salud de los pacientes de las clínicas, a los laboratorios destinados a crear la vacuna contra el COVID 19 y a los entes de la salud llamados a atender la emergencia sanitaria. El uso de la tecnología está en constante crecimiento, y con ella la desinformación referente a la pandemia, a las amenazas y difusión de contenidos pornográficos, espionaje, ciberdelito, ciberacoso y conductas sexuales de gran riesgo, producto de las diferentes modalidades delictivas de estudio que afectan las inversiones extranjeras y nacionales, así como la seguridad y confianza ciudadana, el riesgo psicosocial, las fallas en la salud mental y la autoestima de los niños, niñas y adolescentes.

Referencias

- Álvarez Calderón, C. E., Ramírez Pedraza, Y., y Botero Murillo, D. (2021). Un enfoque de seguridad multidimensional para la biodefensa de Colombia ante futuras pandemias. *Revista Científica General José María Córdova*, 19 (36), 943-977. <https://dx.doi.org/10.21830/19006586.841>
- Alvear, H. (2020), Universidad de Guayaquil, “*Ciberataque - Ciberguerra En América Latina Y Su Afectación En Instituciones Del Estado Ecuatoriano*”, <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51106>
- Ballestas, A., 2021, *Universidad de la Sabana, Elaboración de un plan de mitigación de riesgos de malware en IoT aplicado a un caso de estudio de una solución de gestión de salas de cirugía utilizando delphi y simulación*, <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/47160>
- Ballesteros, J., 2020, University of Salamanca, *Business Compliance: Company's Duties Beyond Legal Goods Protected by Criminal Law. Spanish Perspective*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3864486
- Beaman C, Barkworth A, Akande TD, Hakak S, Khan MK. *Ransomware: Recent advances, analysis, challenges and future research directions*. *Comput Secur*. 2021 Dec; 111:102490. doi: 10.1016/j.cose.2021.102490. Epub 2021 Sep 24. PMID: 34602684; PMCID: PMC8463105.
- Branco, T., y da Fonseca, I., (2022). Um Inquérito para Verificação da

- Cibersegurança nas Organizações Públicas Municipais em Portugal. *RISTI*. No. 48, 12, p. 41-58. DOI: 10.17013/risti.48.41-58
- CAIVirtuL, (2020), *balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf*, <https://caivirtual.policia.gov.co/contenido/balance-cibercrimen-2020-semana-45>
- Centro Cibernético Policial, (2021). *Balance Criminalidad semana 45*, https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf
- Federal Bureau Of Investigation “FBI”, (2021). *Prevención y respuesta de ransomware para CISO*. <https://www.fbi.gov/file-repository/ransomware-prevention-and-response-for-cisos.pdf/view>
- González, Y., 2021, Universidad Nacional Abierta y distrital- UNAD, “Estudio de ciberseguridad de los últimos 5 años en el tema de delitos informáticos dirigido a los niños, niñas y adolescentes en el departamento del Huila”, <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40457>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). *Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo*. En Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill. http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf?sequence=1
- Izquierdo F. y Cueva J., (2021), Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Posgrado, “La eficiencia en las Investigaciones fiscales de la ciberdelincuencia económica en tiempos de pandemia”, <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/17845>
- Mejía, J., Muñoz, M., Alor, G., y Laporte, C., (2021). Nuevos desafíos en Tecnologías de Información y Comunicación. *RISTI*. No. 41, 03. DOI: 10.17013/risti.41.0
- Muthuppalaniappan M, Stevenson K. Healthcare. *cyber-attacks and the COVID-19 pandemic: an urgent threat to global health*. *Int J Qual Health Care*. 2021 Feb 20;33(1): mzaa117. doi: 10.1093/intqhc/mzaa117. PMID: 33351134; PMCID: PMC7543534.
- Organización Internacional de Policía - INTERPOL (2020), *Panorama Mundial De La Ciberamenaza Relacionada Con La Covid-19*. <https://www.interpol.int/es/Delitos/Ciberdelincuencia/Ciberamenazas-relacionadas-con-la-COVID-19#>
- Ospina, M., y Sanabria, P. (2020). *Desafíos nacionales frente a la ciberseguridad en el escenario global: un análisis para Colombia*. *Revista Criminalidad*, 62(2), 199-217. <https://biblat.unam.mx/ca/revista/revista-criminalidad/articulo/desafios-nacionales-frente-a-la-ciberseguridad-en-el-escenario-global-un-analisis-para-colombia>.
- Palella, S. y Martins. F, (2010), FUNDACIÓN KOINONIA (F.K). *Importance of the methodological framework in the development of research projects*, *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, ISSN-e 2542-3088, Vol. 4, N°. 8 (Julio - Diciembre), 2019, págs. 110-127 DOI: <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v4i8.274>, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062667>

- Policía Nacional. (2021). “*Misión, visión, mega, valores, principios y funciones*”.<https://www.policia.gov.co/mision-vision-mega-principios-valores-funciones>
- Policía Nacional, (2021). “*Policía Nacional inaugura el Centro de Capacidades para la Ciberseguridad de Colombia ‘C4’*” <https://www.policia.gov.co/noticia/policia-nacional-inaugura-centro-capacidades-ciberseguridad-colombia-c4>”
- Policía Nacional. (2021). “*Tendencias de cibercrimen en Colombia 2019-2020*”. https://www.ccit.org.co/wp-content/uploads/informe-tendencias-cibercrimen_compressed-3.pdf
- Ramírez Asís, E. H., Norabuena Figueroa, R. P., Toledo Quiñones, R. E., y Henostroza Márquez Mázmela, P. R. (2022). *Validación de una escala de conciencia sobre ciberdelito en estudiantes universitarios de Perú. Revista Científica General José María Córdova*, 20(37), 209-224.<https://dx.doi.org/10.21830/19006586.791>
- Ramirez, J. (2021). Universidad Pontificia Bolivariana. *Estrategia a partir de un análisis de vulnerabilidades para evaluar la seguridad de la información en la Alcaldía Barbosa Antioquia, Escuela Ingenierías Facultad de Ingeniería en Tecnologías de Información y Comunicación, Maestría en Tecnologías de Información y Comunicación Medellín*.<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/8216>
- Ramírez, E., y Rincón, M., (2022). La importancia de la seguridad de la información en el sector público en Colombia. *RISTI*. No. 46, 06 p. 87-99. DOI: 10.17013/risti.46.87–99
- Sasidharan S, Harpreet D, Vijay S, Manalikuzhiyil B. COVID-19: *Pan(info)demic. Turk J Anaesthesiol Reanim* 2020; 48(6): 438-42. <https://turkjanaesthesiolreanim.org/en/covid-19-pan-info-demic-13801>, <https://turkjanaesthesiolreanim.org/en/covid-19-pan-info-demic-16969>
- Serna, A., 2018, Universidad Pontificia Bolivariana, “*Análisis De La Capacidad De Ciberseguridad Para La Dimensión Tecnológica En Colombia: Una Mirada Sistémica Desde La Organización*”, <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4152>
- Tato, S., 2020, Universidad de Buenos Aires, *Aportes para la adecuación del marco jurídico de la ciberdefensa y la ciberseguridad en Argentina*, https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=trabajo+de+tesis+maestria+ciberamenazas+en+pandemia&btnG=&http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-1618_TatoNS.pdf

Detección de estrés estudiantil universitario basado en redes neuronales profundas, en pandemia covid-19

Hubner Janampa Patilla¹, De la Cruz Oriundo Kelly Patricia²

hubner.janampa@unsch.edu.pe; kelly.delacruz.27@unsch.edu.pe

¹ Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (UII-FIMGC), 05001, Ayacucho, Perú.

² Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (EPIS), 05001, Ayacucho, Perú. ristóbal de Huamanga (E.P. Sistemas), 05001, Ayacucho, Perú.

Pages: 86-97

Resumen: En marzo del 2020 el gobierno peruano declaro la cuarentena por el incremento de contagios de COVID-19, para volver a realizar las actividades educativas se implementaron las clases virtuales; esta situación ocasionó cambios en las rutinas de los estudiantes universitarios que al adaptarse a la enseñanza virtual en un contexto de aislamiento social se vieron afectados. Analizando este contexto, se observó que a nivel universitario en la mayoría de las universidades no existe un debido seguimiento de la salud mental estudiantil. El principal objetivo de esta investigación es utilizar redes neuronales profundas y con ayuda de estas, determinar el estrés estudiantil universitario, en pandemia covid-19, en el Perú. Los datos de la investigación están basados en la encuesta realizada a diversos alumnos de pregrado durante el último semestre del año 2021.

Palabras-clave: Estudiante universitario; Educación virtual; Estrés estudiantil; COVID – 19; Redes Neuronales Profundas.

Detection of university student stress based on deep neural networks, in the covid-19 pandemic

Abstract: In March 2020, the Peruvian government declared quarantine due to the increase in COVID-19 infections, to carry out educational activities again, virtual classes were implemented; This situation caused changes in the routines of university students who, adapting to virtual teaching in a context of social isolation, were affected. Analyzing this context, it was observed that at the university level in most universities there is no proper monitoring of student mental health. The main objective of this research is to use deep neural networks and with the help of these, determine university student stress, in the covid-19 pandemic, in Peru. The research data is based on the survey carried out on various undergraduate students during the last semester of 2021.

Keywords: College student; Virtual education; student stress; COVID-19; Deep Neural Networks.

1. Introducción

La Organización Mundial de la Salud, el 11 de marzo del 2020, clasificó el brote de la COVID - 19 como una pandemia al extenderse en más de cien países. En este contexto el Perú desde el 16 de marzo del 2020 se declaró en estado de emergencia nacional, obligando a la población a un aislamiento social. Al incrementarse los casos de COVID - 19 en el Perú, se hizo que la cuarentena inicialmente durara quince días, luego este se fue prorrogando, esto ocasionó que se declarara la suspensión indefinida de clases presenciales. El Ministerio de Educación (MINEDU) como consecuencia de la cuarentena, sacó diversas disposiciones para la prevención y monitoreo de las clases en las universidades, donde se tiene como objetivo evitar la expansión del coronavirus; además de esto el ministerio desea que las clases de educación superior sigan de manera remota en diversas materias, a diferencia de las clases escolares, ya que el 98% de las universidades ya estaban operando de manera remota desde el 2020, lo cual indico que se continuará con la educación virtual.

El objetivo de la investigación es utilizar las redes neuronales profundas para determinar el estrés estudiantil universitario, en pandemia covid-19, por lo tanto, esta investigación pretende dar una herramienta que ayude en la determinación del grado de estrés que desarrollan los estudiantes universitarios, la información que se obtenga de la investigación dará a las universidades una herramienta que contribuirá a mejorar la salud mental universitaria contribuyendo en la realidad social de nuestro país, y en tratar de prevenir los futuros problemas aplicando diversas tecnologías.

Esta investigación primero describimos la medición que aplicaremos para determinar el estrés estudiantil, esto describe la definición y el instrumento aplicado; luego presentamos la metodología de investigación, que describe como se desarrolló esta y los resultados obtenidos; luego presentamos la discusión y finalmente las conclusiones.

2. Medición del estrés estudiantil

En la actualidad Bong, K (2018), define el estrés como estímulos externos o internos que son significativamente percibidos por la persona, activan las emociones y provocan cambios fisiológicos que amenazan la salud y la supervivencia. Este concepto de estrés subraya que las respuestas al estrés de un individuo dependen de su interpretación subjetiva de un acontecimiento, más que de un acontecimiento en sí mismo. Por lo tanto, un mismo acontecimiento o situación puede percibirse de forma diferente, lo que da lugar a resultados muy distintos: salud o enfermedad. Es decir, lo que puede ser intolerable para una persona puede ser aceptable para otra.

Para realizar la medición del estrés estudiantil se utilizó como base la segunda versión del inventario SISCO para el estudio del estrés académico, este instrumento fue validado con un nivel de fiabilidad de 87 %, este instrumento está constituido por 23 ítems distribuidos de la siguiente manera:

- Un ítem de filtro que, en términos dicotómicos (si-no), permite determinar si el encuestado es candidato o no a contestar el inventario. En caso de que el investigador lo considere puede utilizar este dato para reportar el nivel de presencia del estrés académico en la población encuestada.

- Un ítem que, en un escalamiento tipo Likert de cinco valores numéricos (del 1 al 5 donde uno es poco y cinco mucho), permite identificar el nivel de intensidad del estrés académico. Este dato el investigador lo puede utilizar como variable mono-ítem para medir la intensidad del estrés o, en su defecto, eliminarlo.
- Siete ítems que, en un escalamiento tipo Likert de seis valores categoriales (nunca, casi nunca, rara vez, algunas veces, casi siempre y siempre), permiten identificar la frecuencia en que las demandas del entorno son valoradas como estímulos estresores.
- Siete ítems que, en un escalamiento tipo Likert de seis valores categoriales (nunca, casi nunca, rara vez, algunas veces, casi siempre y siempre), permiten identificar la frecuencia con que se presentan los síntomas o reacciones ante un estímulo estresor.
- Siete ítems que, en un escalamiento tipo Likert de seis valores categoriales (nunca, casi nunca, rara vez, algunas veces, casi siempre y siempre), permiten identificar la frecuencia de uso de las estrategias de afrontamientos.

Al realizarse la investigación en el contexto COVID – 19 se adaptó este cuestionario con variables que nos ayudaran a medir el nivel de estrés estudiantil producido por la pandemia.

3. Metodología aplicada

Para la realización de la primera fase de la investigación se tomó como base el método ASUM-DM, que es un método de IBM para soluciones analíticas de minería de datos.

Se empezó por realizar el análisis del estrés estudiantil, definir que variables se necesitaban para determinar este, elaborar el instrumento para la recolección de datos, la recolección de datos, la categorización y entendimiento de datos, y al tener estos, proceder con la preparación de datos, para poder utilizar estos datos en el proceso de elaboración del modelo predictivo.

El formulario se publicó en diciembre del 2021 y estuvo vigente para su llenado hasta enero del 2022 en total se logró registrar 576 respuestas, donde se evidencio que el 76.6% de los encuestados no había recibido ninguna charla o capacitación respecto a cómo cuidar su salud mental, además evidenciaba que a más del 90% de los encuestados sentían que la pandemia había tenido un impacto en su rendimiento académico.

3.1. Feature engineering.

Al tener la data limpia se procedió a empezar con el **feature engineering** o ingeniería de datos, en esta parte de la investigación se empieza a trabajar sobre los atributos del problema a investigar, esta parte es de vital importancia, para esto se consultó con un especialista en psicología, sobre si los atributos elegidos serían los adecuados para lograr determinar el nivel de estrés universitario, que es objetivo final. Se escogió 19 **features** basados en la segunda variable de estudio, que es el estrés estudiantil, basada a la vez en las dimensiones de esta, donde se identificó los síntomas y estresores más comunes como se muestra en el siguiente cuadro:

Estrés Estudiantil	Ansiedad y angustia	Preocupación-Nerviosismo
		Nivel de inquietud
		Nivel de ansiedad, angustia o desesperación
		Sentimiento de agresividad o aumento de irritabilidad
	Depresión y abatimiento	Rascarse, morderse las uñas, frotarse.
		Conflictos o tendencia a polemizar o discutir
		Nivel de depresión tristeza
		Fatiga crónica (Cansancio permanente)
		Aislamiento de los demás
		Desgano para realizar las labores educativas
	Trastornos digestivos y de sueño	Trastornos en el sueño (insomnio o pesadillas)
		Dolores de cabeza o migrañas
		Problemas de digestión, dolor abdominal o diarrea
		Cambios en los horarios de alimentación
		Cambios en los horarios de sueño
		Somnolencia o mayor necesidad de dormir
	Trastornos de aprendizaje	Problemas de concentración
		Sobrecarga de trabajos educativos
		No entender los temas que se abordan en la clase

Tabla 1 – Elección de variables para determinar estrés estudiantil.

Además, por desarrollarse la investigación en un contexto específico, se está considerando 6 atributos propios del entorno, esto lo podemos ver en el siguiente cuadro:

Ámbito / Entorno	Nivel de miedo al coronavirus (Covid 19)
	Nivel de miedo de perder la vida a causa del coronavirus (Covid-19)
	Nivel de impacto de noticias sobre el coronavirus
	Recibió capacitaciones respecto a mantener la salud mental en la pandemia Covid-19
	Impacto del Covid 19 en su rendimiento académico
	Tuvo Covid-19 en el periodo académico 2020-2021

Tabla 2 – Elección de variables entorno de COVID -19.

Por último, tendremos la definición del **label** que en este caso es el nivel de estrés estudiantil en los estudiantes de pregrado, esta variable se determinó en función a los **features** definidos, y el tipo de niveles se detalla en el siguiente cuadro.

Tipo	Etiqueta-Nivel	Tipo de dato
Nivel de estrés académico	Nivel leve de estrés	1
	Nivel moderado de estrés	2
	Nivel severo de estrés	3

Tabla 3 – Niveles de estrés estudiantil.

3.2. Calibraciones

3.2.1. Calibraciones del ratio de aprendizaje o learning rate

Para poder aplicar nuestro modelo de forma correcta, se determinó el valor optimo del ratio de aprendizaje, para esto se analizó e hizo pruebas con diversos valores, como se muestra a continuación:

```
#Probaremos diferentes valores para lr
array_lr = [0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1 , 1.5, 2.5]

#Creamos un array en donde guardaremos las descripciones de cada entrenamiento
array_descripciones = []
```

Figura 1 – Valores del ratio de aprendizaje (LR).

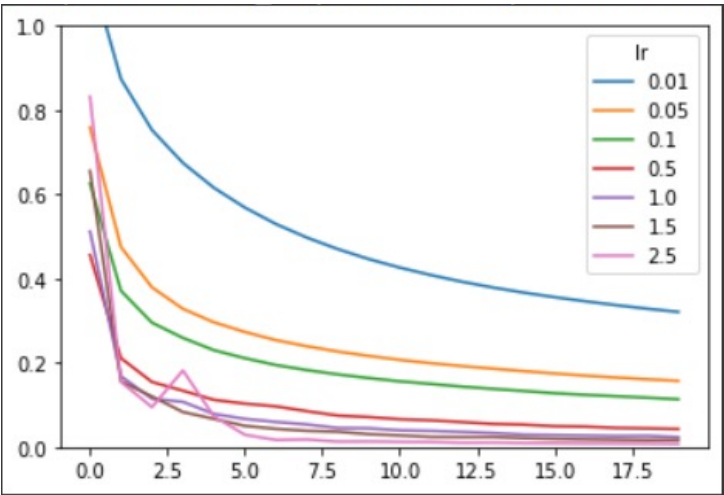


Figura 2 – Gráfico de la evolución del **loss** de los valores de LR.

En el grafico nos es más claro ver que la mejor opción para el ratio de aprendizaje esta entre 0.5 y 1.0, se debe escoger el ratio de aprendizaje menor, que sea óptimo, para este caso elegiríamos el valor de 0.5

3.2.2. Calibraciones del tamaño de batch

Para poder mejorar la funcionalidad del servidor, buscaremos optimizar nuestra data, para esto realizaremos un agrupamiento, a este agrupamiento se llama **batch**, esto lo realizamos para optimizar la infraestructura que utilizamos para el procesamiento de información, para esto se analizó e hizo pruebas con diversos valores, como se muestra a continuación:

```
#Probaremos diferentes valores para lr
array_batch = [2, 4, 8, 16, 32, 64]

#Creamos un array en donde guardaremos las descripciones de cada entrenamiento
array_descripciones = []
```

Figura 3 – Valores para el batch.

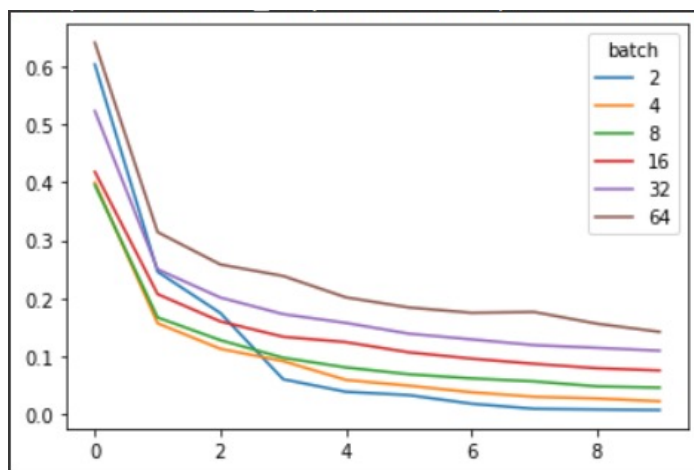


Figura 4 – Gráfico de la evolución del loss del batch.

Vemos que el menor valor de **loss** es para 2, pero vemos que tiene más variación, en cambio al ver la tendencia del valor 4 vemos que tiene una evolución más uniforme y óptima, para este caso elegiremos el valor de 4.

3.2.3. Calibraciones del optimizador

Para poder aplicar correctamente un modelo de redes neuronales, necesitamos definir el optimizador a utilizar, existen diversos algoritmos que implementan gradiente descendiente, para esto se analizó e hizo pruebas con diversos valores, como se muestra a continuación:

```
[77] #Probaremos diferentes valores para el optimizador
array_optimizadores = [
    'SGD(lr=0.5)',
    'SGD(lr=0.5, momentum=0.3)',
    'SGD(lr=0.5, momentum=0.3, nesterov=True)',
    'Adam(lr=0.5)',
    'Adagrad(lr=0.5)',
    'RMSprop(lr=0.5)'
]
```

Figura 5 – Definición de valores de optimizadores.

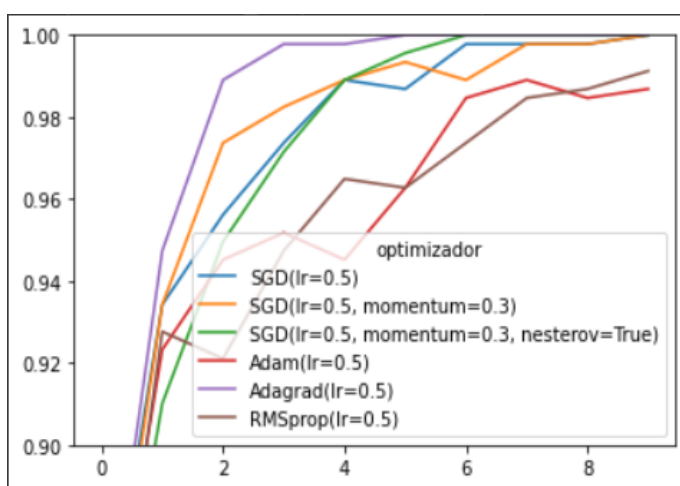


Figura 6 – Gráfico de la evolución del **accuracy** del optimizador.

Vemos que el optimizador **Adagrad** es el óptimo para aplicar al modelo.

3.3. Evaluación del modelo de redes neuronales

Calibrado ya cada uno de los elementos necesarios para ejecutar el modelo, procedemos a elegir el modelo de redes neuronales a utilizar, debemos identificar la capacidad de predicción del modelo, por esto hemos realizado la comparación de 4 diferentes algoritmos con los datos de entrenamiento y prueba, estos resultados se ven en el valor del **accuracy** y el **loss**, los resultados se muestran a continuación:

Modelo	Accuracy – Val. accuracy	Loss – Val. loss
Modelo 1 (5 capas – 54 neurones)	95.61 - 99.12	10.19 - 11.13
Modelo 2 (5 capas – 93 neurones)	94.78 - 92.76	21.09 - 19.32
Modelo 3 (6 capas – 104 neurones)	94.78 - 98.24	21.09 - 19.32
Modelo 4 (5 capas – 69 neurones)	96.52 - 97.80	12.45 - 8.00

Tabla 4 – Tabla comparativa del desempeño de los modelos

El modelo 4 es el modelo elegido para ser utilizado en la investigación, esto por el buen nivel de resultados tanto en el nivel de predicción como en el nivel de error.

3.4. Validación del modelo de red neuronal

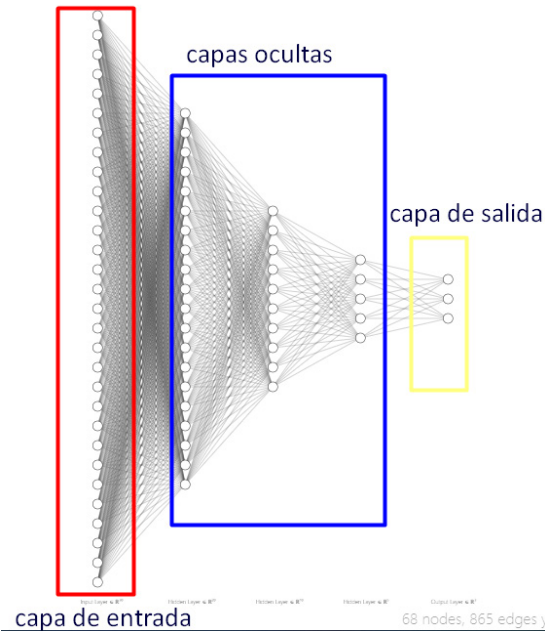


Figura 7 – Arquitectura del modelo final de redes neuronales profundas.

La arquitectura de la red define el número de capas y el número de neuronas que esta tiene en cada capa, además también se ve cómo interactúan estas entre sí. La arquitectura de la red neuronal que usamos está compuesta por una capa de entrada, tres capas ocultas y una capa de salida. La primera capa está compuesta por 30 neurones que reciben

directamente los datos de las variables de los *features*. Las tres capas ocultas reciben los datos y los procesan, generando una salida, utilizan para esto una función matemática, llamada función de activación, para el caso de nuestro modelo de red neuronal se utilizó la función de activación Tangente hiperbólica (*Tanh*). La última capa o capa de salida está compuesta por 3 neutrones, esto por el número de valores del *label* que es el tipo de estrés a determinar, esta capa tiene una función de activación *softmax*, la arquitectura de la red neuronal se vería como en la figura.

```
#Imprimos la matriz de confusión
pintar_matriz_de_confusion(y_test_categorico, y_prediccion_categorico, ['Estres_simple', 'Estres_moderado', 'Estres_severo'])
```

	PREDICCION Estres_simple	PREDICCION Estres_moderado	PREDICCION Estres_severo
Estres_simple	34	2	0
Estres_moderado	2	62	0
Estres_severo	0	2	13

Figura 8 – Valores de matriz de confusión del modelo final.

Analizando la matriz vemos que tiene un acierto del 93.1 % con un rango de error de 6,9 %. Para la categoría de estrés simple detecto correctamente 34 casos y se equivocó en 2; en la categoría de estrés moderado detecto correctamente 62 casos y se equivocó en 2 confundiéndolos con estrés simple y por último en la categoría de estrés severo detecto correctamente 13 casos y se equivocó en 2 confundiéndolos con estrés moderado. Finalmente, a partir de los resultados obtenidos al probar el modelo de redes neuronales profundas realizado para determinar el nivel de estrés en estudiantes universitarios, de un total de 576 muestras, se obtuvo que el modelo tiene un 96.52 % de predicción con un promedio de error de 6 %.

4. Discusión

La investigación se desarrolló con un enfoque orientado al actual entorno de pandemia COVID-19, analizando 19 *features* o variables que nos ayuden a identificar el nivel de estrés universitario. Sin embargo, hoy en día, la población en general está adaptándose y está volviendo a su vida cotidiana prepandemia, al cambiar el contexto se plantea volver a calibrar el modelo según el análisis de las variables significativas y así poder seguir utilizando las redes neuronales como una herramienta certera de predicción de estrés universitario.

5. Conclusiones

De acuerdo con la investigación realizada concluimos que, para realizar el entrenamiento de modelos con redes neuronales profundas, se realizaron diferentes pruebas, al calibrar cada uno de sus elementos se realizó la comparación de resultados, para elegir el óptimo y así lograr un mayor rango de predicción, es ahí donde se validó el nivel de acierto de la investigación.

Al comenzar una investigación donde se desea aplicar redes neuronales, se debe tomar en cuenta el tipo de variables de las **features** y **labels**, ya que existen diferentes tipos de algoritmos que están direccionados al tipo de variable que se tiene y que muestran mejores resultados según su aplicación.

Para diseñar la arquitectura de la red neuronal profunda, se tuvo en cuenta que el número de neuronas de la capa de salida debe ser el mismo que el número de variables del **label**, en cambio el número de neuronas en las capas ocultas y de entrada se deben ir probando a manera de prueba y error.

En cuanto al nivel de predicción alcanzado por el modelo, este es variable, pero en todas las pruebas realizadas a este, su nivel de predicción no baja del 95,5%, mientras que el error máximo al cual llego este modelo es de 7%, lo cual nos señala que es un modelo optimo que puede productivizarse.

El proceso de diagnosticar el nivel de estrés de un estudiante universitario es tardío, pero con la aplicación del modelo propuesto se optimiza el tiempo de procesamiento.

Referencias

- Aggarwal, C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning*. Primera edición. Springer International Publishing AG.
- Andrade, R., Bartocci, L., da Silva, I., dos Reis Alves, S., y Hernane, D. (2017). *Artificial Neural Networks, A Practical Course*. Primera edición. Springer International Publishing Switzerland.
- American Psychological Association. (2010). *Los distintos tipos de Estrés*. <https://www.apa.org/topics/stress/tipos>
- Anguiano, E. (2018). *Redes neuronales profundas en energías renovables*. Trabajo fin de grado. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.
- Barraza, A. (2006). Un modelo conceptual para el estudio del estrés académico. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala Vol. 9 No. 3*.
- Barraza, A. (2018). *INVENTARIO SISCO SV-21. Inventario Sistemico Cognoscitivista para el estudio del estrés académico. Segunda versión de 21 ítems*. Primera edición. Editorial ECORFAN - México S.C
- Bernal, César A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Tercera edición. Pearson Educación: Colombia.
- Bengio Y, et al. (2016). *Deep learning*. Primera edición, Cambridge, MA : MIT Press
- Beysolow, T. (2017). *Introduction to Deep Learning Using R*. Primera edición. Springer Science+Business Media.
- Bramer, M. (2016). *Principles of Data Mining*. (3era ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7307-6-1>
- Bong, K. (2018). *El estrés y los síntomas somáticos*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02783-4>.

- Buduma, N. (2010). *Fundamentals of Deep Learning Designing Next Generation Artificial Intelligence Algorithms*. Primera edición. O'Reilly Media, Inc.
- Davy, C., Arno, D., Meysman y Mohamed A. (2016). *Introducing Data Science*. Manning. <https://livebook.manning.com/book/introducing-data-science/chapter-2/4>
- Diario El Comercio (26 mayo, 2020). Diario El Comercio. Del campus a la pantalla: ¿cuál es el impacto del COVID-19 en las universidades del Perú? Recuperado de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/del-campus-a-la-pantalla-cual-es-el-impacto-del-covid-19-en-las-universidades-del-peru-coronavirus-sunedu-minedu-noticia/>
- Dumbill, E., Liddy, E. D., Stanton, J., Mueller, K., & Farnham, S. (2013). *Educating the Next Generation of Data Scientists*. *Big Data*, 1(1), 21-27. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1510>
- Ertel, W. (2016). *Introduction to Artificial Intelligence*. (2da Ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58487-4>
- Estrada, E., Mamani, M., Gallegos, N., Mamani, H. y Zuloaga, M. (2021). Estrés académico en estudiantes universitarios peruanos en tiempos de la pandemia del COVID-19. *Revista AVFT*, 1-6. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4675923>
- Google research, Google Colaboratory. <https://research.google.com/colaboratory/intl/es/faq.html#:~:text=Colaboratory%2C%20o%20%22Colab%22%20para,an%C3%A1lisis%20de%20datos%20y%20educaci%C3%B3n.>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Ed.). México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.
- Huamán, R. (2020). *Estrés académico y miedo a contraer coronavirus en universitarios del primer y último año de la carrera de psicología de una universidad privada lima – sur*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma del Perú. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/1254>
- IBM, (2015). *Delivery Process: ASUM-DM*. Recuperado de http://i2t.icesi.edu.co/ASUM-DM_External/cognos.external.asum-DM_Teaser
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). Informe Técnico: Estadísticas de las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. N° 02- junio 2021. Gobierno de Perú.
- Ketkar, N. (2017). *Introduction to Keras*. In: *Deep Learning with Python*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2766-4_7
- Kroenke K., Spitzer R. y Williams J. (2001). *The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure*. *J Gen Intern Med*. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x>.
- Ley N.º 30220. Ley Universitaria. (8 de julio de 2014). Normas Legales Actualizadas. Diario Oficial El Peruano.
- Lee, K (2014). *Python programming fundamentals*. Segunda edición. Springer London Heidelberg New York Dordrecht.

- Lineamientos para el cuidado integral de la salud mental en las universidades. LI-001-01-MINEDU. 08 de agosto de 2019 (Perú).
- Lineamientos para el cuidado integral de la salud mental en las universidades. RV-277-2020-MINEDU. 22 de diciembre de 2020 (Perú).
- López, E. (2019). Introducción al Deep Learning. Argentina. IAAR. Recuperado de <https://iaarbook.github.io/deeplearning/>
- Lovibond, S.H. y Lovibond, P.F. (1995). *Manual for the Depression Anxiety Stress Scales*. (2da Ed.). Austria. Sydney: Psychology Foundation.
- Mehta, C. y Patel, N. (1995). *Exact logistic regression: Theory and examples*. Statistics in Medicine, 14(19), 2143–2160.
- Nakatamo, Pat (2017). *Neural Networks and Deep Learning: Deep Learning explained to your granny*. Primera edición. Editorial CreateSpace Independent Publishing Platform
- Ñaupas, Alba. (16 de febrero de 2021). *Depresión, estrés y ansiedad en el dormitorio: el precio de estudiar en tiempos de pandemia*. SomosPeriodismo. <https://somosperiodismo.com/depresion-estres-y-ansiedad-en-el-dormitorio-el-precio-de-estudiar-en-tiempos-de-pandemia/>
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). Directrices de laboratorio para la detección y el diagnóstico de la infección por el virus responsable de la COVID-19. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52471>
- Política de aseguramiento de la calidad de la educación superior universitaria. DS-016-2015-MINEDU. 25 de setiembre de 2015 (Perú).
- Qamar, U. y Summair, M.(2020). *Data Science Concepts and Techniques with Applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-6133-7>
- Sanner, M. (1975). *PYTHON: A PROGRAMMING LANGUAGE FOR SOFTWARE INTEGRATION AND DEVELOPMENT*. The Scripps Research Institute.
- Vásquez, R., Bongianino, C. y Sosisky, L. (2006). *La tecnología educativa y la educación a distancia*. XVII Jornadas Universitarias de Contabilidad. Universidad Nacional de Entre Ríos. Concepción del Uruguay, Argentina.

Integración de diferentes estrategias instruccionales: ABP, Scrum y empresa escolar en la formación profesional de estudiantes de TI

María Angélica Astorga-Vargas¹, Araceli Celina Justo-López¹, Gloria E. Chavez Valenzuela¹, Brenda Leticia Flores-Rios², Juan Pablo García Vázquez¹, Dr. Jorge Eduardo Ibarra-Esquer¹

{angelicaastorga; araceli.justo; gloria_chavez; brenda.flores; pablo.garcia; jorge.ibarra}@uabc.edu.mx

¹ Facultad de Ingeniería Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México

² Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México

Pages: 98-112

Resumen: El propósito de este estudio es integrar el ABP, el marco de gestión de proyectos ágiles de Scrum y una empresa de entorno escolar como estrategias de instrucción en la educación superior. La implementación ha sido tanto presencial como virtual durante la pandemia del COVID-19. Se aplicó un instrumento que incluye tres dimensiones basadas en prácticas, habilidades y valores de Scrum. Tener un equipo de trabajo, reuniones de revisión y de planificación de sprints, así como el incremento de productos entregables en poco tiempo fueron las prácticas más desarrolladas. En cuanto a las habilidades, la auto-organización, la colaboración y la comunicación fueron las que mostraron cambios más significativos en comparación con su grado inicial. Asimismo, los valores con mayor cambio fueron la apertura, el enfoque y el compromiso. Se concluye que los estudiantes amplían su experiencia como profesionales involucrados en la solución de un proyecto real.

Palabras-clave: Aprendizaje basado en proyectos; scrum; empresa escolar; tecnologías de la información; educación superior

Integration of different instructional strategies: ABP, Scrum framework and School environment company in the professional education of IT undergraduates

Abstract: The purpose of this study is to integrated the PBL, the Scrum agile project management framework, and a school environment company as instructional strategies in higher education. The implementation has been both face-to-face and virtual during the COVID-19 pandemic. An instrument was applied including three dimensions based on Scrum practices, skills, and values. Having a work team, review and sprint planning meetings, and shippable product increment in a short time were the most developed practices. Regarding skills, self-organization,

collaboration, and communication were the ones that showed the most significant changes compared to their initial degree. Likewise, the values with the greatest change were openness, focus, and commitment. It is concluded students extend their experience as professionals involved in solving a real project.

Keywords: Project-based learning, scrum, school company, information technology, higher education

1. Introducción

La promoción de experiencias de aprendizaje que fomenten las competencias metodológicas y prácticas, junto con más experiencia colectiva relacionada con la carrera y habilidades de empleabilidad, pueden ayudar a preparar mejor a los graduados para la transición al trabajo (García-Aracil et al., 2021). En este sentido, la Ingeniería de Software (IS) en Educación ha buscado, desde su creación, formar Ingenieros de Software con las habilidades, conocimientos de metodologías, marcos de trabajo y tecnologías acordes al contexto de trabajo de las empresas de desarrollo de software. Además, la creciente presencia de la disciplina IS en todos los aspectos de la vida también hace que su educación sea más significativa. Es un fuerte desafío para las universidades colaborar con las empresas (Cico et al. 2020), así como, tener escenarios idénticos a éstas (Villalobos-Abarca, 2018; Wlodarski, 2022), debido a la limitación de recursos o falta de proyectos vinculados a la solución de problemas reales que impliquen el desarrollo o mantenimiento de un producto de software complejo para que los estudiantes apliquen y desarrollen nuevos conocimientos.

Desde una perspectiva educativa, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) continúa siendo considerado como una estrategia innovadora para la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología (Hasni, 2016) y la más implementada en la preparación de los Ingenieros de Software según una reciente revisión sistemática de la literatura (Cico et al., 2020; Guo et al., 2020), porque propone y desarrolla modelos de aprendizaje innovadores, logrando potenciar las capacidades de autoaprendizaje de los estudiantes (Astorga-Vargas et al., 2015; Villalobos-Abarca, 2018; Peña et al., 2018; Souza et al. 2019; Pérez y Rubio, 2020; Manoharan et al., 2022) ante la necesidad de formar mejores estudiantes de Tecnologías de la Información (TI) y aumentar la matrícula (Assyne et al., 2022). El ABP permite a los estudiantes ser más conscientes de las circunstancias sociales y revelar un compromiso más profundo con su aprendizaje cuando experimentan que su trabajo tiene un impacto positivo en beneficio de otras personas con la entrega de un producto o proyecto final (Cabedo et al., 2018; Fernández, 2021).

Por otro lado, una de las metodologías más utilizadas para el desarrollo de software es Scrum, adoptada de la propuesta realizada en los años 90 por Schwaber y Sutherland (2017) para gestionar proyectos complejos, la cual se basa en la teoría empírica de control de procesos, es decir, que el conocimiento proviene desde la experiencia y la toma de decisiones. Scrum se ha adoptado con éxito como una estrategia de aprendizaje ágil en diferentes niveles educativos. Por ejemplo, en el nivel secundaria (Pérez-Benedi, 2011; Kuz, et al., 2018; Diego-Mantecón, 2021), en el ámbito de la educación superior en programas de TI (Medina-Rojas, 2017; Tymkiw, et al., 2020), así como en otros programas de pregrado (Fernandes, et al., 2021).

1.1. Implicación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el contexto de una empresa de desarrollo de software escolar

El ABP se caracteriza por grupos de profesores y estudiantes que trabajan activamente en equipos, planificando, implementando y evaluando proyectos que tienen aplicación en la vida real. Este aprendizaje activo demanda nuevas formas de implementar el ABP, asumiendo la responsabilidad más allá del aula de acuerdo con el perfil del profesional de TI al realizar un proyecto, por lo tanto, significa contar con un equipo con los roles requeridos, el método o proceso de desarrollo de software, herramientas y un proyecto real con un tamaño y características que satisfagan las necesidades típicamente atendidas por la empresa de desarrollo de software.

Al ser un proyecto realmente complejo dentro del contexto escolar, los dos riesgos más importantes son mantener la continuidad en la entrega de progreso a lo largo de más de un período escolar, así como la participación de nuevos estudiantes en el proyecto. En este sentido, la conformación de la empresa de desarrollo de software escolar es una opción que permite reclutar periódicamente personal, en este caso estudiantes. Por otro lado, refuerza la implementación del ABP con la creación de escenarios similares a los demandados por los emprendedores y a su vez dota a la formalidad de una empresa con la estructura, recursos, lineamientos e interacción con clientes y usuarios reales para el establecimiento de una cartera de proyectos. De tal manera que se reduzca la brecha entre la realidad de los procesos y proyectos de los emprendedores (Wlodarski, 2022).

1.2. Scrum como método ágil para guiar el Aprendizaje Basado en Proyectos

Scrum es un marco de gestión de proyectos abierto (Scrum-institute, 2017) en el que los equipos de proyecto pueden enfrentar problemas complejos adaptables y a su vez ser productivos entregando productos de valor. Scrum posee la ventaja de ser un método ligero y fácil de entender; sin embargo, en ocasiones puede resultar difícil de implementar (Schwaber y Sutherland, 2017). Esto debido a que el éxito de Scrum reside en el grado que el equipo de proyecto implementa las habilidades para comunicarse, auto-organizarse, reflexionar sobre la mejora de procesos a través de la inspección y adaptación. Así como los valores de responsabilidad, respeto, compromiso, enfoque para lograr el mayor progreso y apertura al trabajo y desafíos (Schwaber y Sutherland, 2017). Scrum se integra por los siguientes componentes:

- Equipo Scrum. Está integrado por tres roles: 1) Un Dueño del producto (Product owner) quien representa al cliente, define y prioriza los requerimientos del proyecto, brinda el entendimiento de los requerimientos al equipo de desarrollo buscando potencializar la productividad y el valor de retorno de la inversión; 2) Un Maestro de scrum (Scrum master) quien funge como un facilitador para que se lleve a cabo la comunicación entre el Dueño de producto y Equipo Scrum, asegura que el marco de trabajo se ejecute de manera apropiada a través de los eventos y reglas que asocian a todos los componentes, elimina los impedimentos que se les presente al equipo y, 3) El equipo de desarrollo que está integrado por los roles o profesionales de acuerdo al área de negocio en el que se esté implementando Scrum, quienes son los encargados del desarrollo de producto.

- **Artefactos.** Son evidencias de trabajo o de valor, se categorizan en dos tipos: 1) La Lista del producto (Product Backlog) es una lista priorizada de todos los requisitos del producto final, su contenido y priorización es adaptable a los cambios; 2) Sprint product backlog, que contiene únicamente la lista de requerimientos que se desarrollarán por sprint, es decir, por bloques de tiempo definidos entre dos y cuatro semanas.
- **Eventos.** Durante todo el desarrollo del producto se realizan 4 eventos: 1) Planeación del sprint (Sprint planning) implica principalmente la comprensión de los requerimientos por parte del equipo de desarrollo con el propósito de definir el alcance del incremento del producto. Es decir, se planea qué se hará y cómo se logrará el objetivo planeado; 2) Reunión diaria (Scrum Daily) tiene como propósito de tener una planeación e inspección del proyecto. Su duración es de 15 minutos en la que cada miembro del equipo responde a tres preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué haré hoy? y ¿Qué impedimentos tengo?; 3) Reunión de revisión (Sprint review), en esta reunión el equipo presenta el incremento al Dueño del producto, cliente y usuarios. Su propósito es recibir retroalimentación, determinar los requerimientos que han quedado terminados del Sprint backlog y tener una visión de la planificación para los sprints subsecuentes y, 4) En la Reunión de retroalimentación (Sprint Retrospective) el equipo hace una inspección sobre el trabajo realizado durante el sprint y define un plan de mejora para el siguiente.

La comparación entre el ABP, Scrum y las estrategias instruccionales de la empresa escolar, todas ellas buscan, a partir de la experiencia de los equipos en el desarrollo de un proyecto y la toma de decisiones, generar nuevos conocimientos y fortalecer habilidades y valores en un enfoque ágil para el ABP. La figura 1 muestra la interrelación entre las tres estrategias mencionadas.

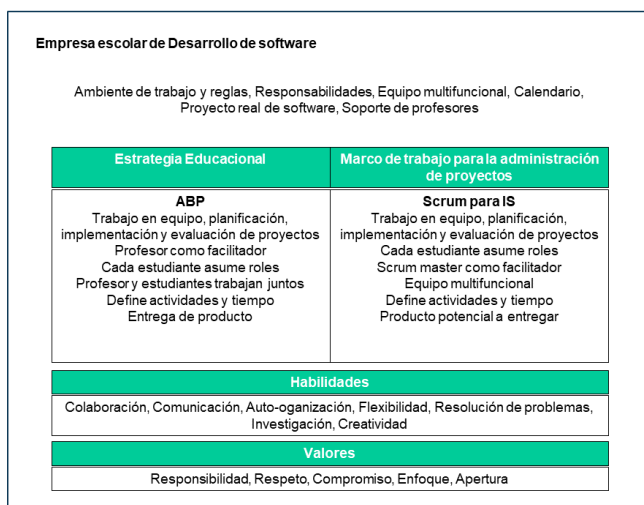


Figura 1 – Interrelación entre ABP, Scrum y la empresa escolar de desarrollo de software

El objetivo de este estudio es integrar las estrategias instruccionales de ABP y Scrum con la propuesta de estrategia instruccional denominada empresa escolar, en la cual los estudiantes participan como personal para crear un ambiente profesional real, en este caso, correspondiente a la empresa desarrolladora de software. La integración de estas tres estrategias instruccionales busca fortalecer la generación de nuevos conocimientos, habilidades y valores en los futuros profesionales de TI de los programas educativos de Licenciatura en Sistemas Computacionales e Ingeniero en Computación de la Facultad de Ingeniería Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México. Los resultados fueron validados para medir y comparar la efectividad de este enfoque a través de los años implementados y las opciones de aprendizaje presencial y en línea.

2. Método

El método se basa en el enfoque educativo del ABP y el marco de gestión de proyectos de Scrum para la IS en el contexto de una empresa escolar llamada AvanTI que simula un contexto industrial real (Figura 1). Los antecedentes del inicio de AvanTI se pueden encontrar en (Astorga-Vargas et al., 2010; Astorga-Vargas et al., 2015). En 2017, con base en las estrategias de las empresas de desarrollo de software de la región, se implementaron los procesos específicos de software ágil Scrum. Cada año se inscriben nuevos alumnos de sexto a séptimo grado para ocupar las vacantes del equipo del Proyecto Scrum de AvanTI integrado por un Product Owner, un Scrum master y de cinco a diez miembros del equipo. El dueño del producto se centra en determinar y priorizar los requisitos del cliente en un Product Backlog; el Scrum master se enfoca en garantizar que el equipo de desarrollo de Scrum siga el marco según el cronograma de eventos principales del sprint (planificación, diario, revisión y retrospectiva) para facilitar que el equipo de Scrum logre los objetivos de cada Sprint; mientras que el equipo de desarrollo de Scrum es responsable de desarrollar un incremento de producto potencialmente entregable de acuerdo con la acumulación de Sprint definida en cada Sprint. El equipo de desarrollo de Scrum es un grupo multifuncional que desempeña los roles de analista de sistemas, diseñador de interfaz de usuario, diseñador de arquitectura, programador y evaluador. En 2020, debido a la contingencia del COVID 19 se cambió el trabajo de presencial a en línea, utilizando Google meet para continuar con las sesiones de trabajo en tiempo real y un grupo privado de Facebook para mantener la retroalimentación principalmente con los profesores. El proyecto fue una plataforma Web solicitada por un cliente interno de la UABC, con la finalidad de contar con una herramienta tecnológica para apoyar los procesos administrativos de aproximadamente 500 profesores que le permita un seguimiento oportuno para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

2.1. Instrumentos

El impacto de estas estrategias de aprendizaje en los estudiantes de TI se analizó mediante una encuesta con 16 ítems de escala tipo Likert con respuestas que van de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto). El instrumento está disponible en https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Ru_BkjIj8Rz8s1jbf6a37FfKpOKE-_2_/edit?usp=sharing&ouid=100019157255966167189&rtfpof=true&sd=true

Debido a las restricciones del Covid-19, el instrumento se aplicó en línea. Se realizaron preguntas abiertas sobre la percepción de los estudiantes en cuanto a su motivación para laborar en AvanTI y la experiencia durante su participación. Así como preguntas cerradas definidas en cuatro dimensiones asociadas al desarrollo de sus competencias según las prácticas, habilidades iniciales y finales, así como valores iniciales y finales propuestos por Scrum (Schwaber y Sutherland, 2017).

2.2. Participantes

Se invitó a estudiantes y egresados del período 2017 a 2021, vía correo electrónico y grupos de Facebook, a responder una encuesta en línea. El número de integrantes por equipo por año fue de 2017 (6), 2018 (10), 2019 (6), 2020 (5) y 2021 (9). Los equipos de proyecto de las generaciones corresponden a 26 egresados (72.22%); de los 10 estudiantes restantes, (27.78%), uno corresponde a la generación 2020 y 9 a la generación 2021 que estaban completando su participación en AvanTI. Los 36 estudiantes tenían entre 19 y 25 años al momento de su participación; 8 (22%) son mujeres y 28 (77.8%) son hombres. De los cuales 34 estudiantes pertenecen al programa de Sistemas Computacionales (94.44%) y 2 (5.56%) al programa de Ingeniería Informática. Por otro lado, según opciones de aprendizaje participaron 22 alumnos presencial y 14 alumnos en línea.

2.3. Análisis de Datos

El análisis de datos se basa en las respuestas que se obtuvieron del 100% de los estudiantes respecto a datos generales como nombre, género, edad, roles que desempeña y motivación para inscribirse en AvanTI. Además, preguntas de percepción asociadas al desarrollo de sus competencias a partir de las dimensiones de prácticas Scrum, habilidades iniciales y finales, así como valores iniciales y finales (Schwaber y Sutherland, 2017) correspondientes al perfil del egresado de TI (Scrum-institute, 2017). Para identificar las respuestas de cada uno de los participantes en las preguntas de percepción, se procedió a la concatenación de la P mayúscula (de participante) seguida del número consecutivo en que respondieron la encuesta, luego de la inicial del género (M o H) y finalmente la edad (Ejemplo, PM21).

Para medir la confiabilidad de las dimensiones, es decir, el grado en que el instrumento reproducirá los mismos resultados de una ocasión a otra (Clark-Carter, 2019), se aplicó el coeficiente Omega de McDonald con resultados que oscilan entre 0.776 y 0.902 (Tabla 1).

Dimensión	No. de elementos	Omega McDonald
Practicas	15	.779
Habilidades iniciales	8	.776
Habilidades finales	8	.874
Valores iniciales	5	.902
Valores finales	5	.879

Tabla 1 – Confiabilidad de las dimensiones

Posteriormente, con base en el cumplimiento de los supuestos estadísticos, se aplicaron los métodos de la t de Student, la U de Mann-Whitney y la t de Wilcoxon para dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el grado en que se desarrollaron las prácticas Scrum?, lo cual se complementa con la pregunta ¿Existe diferencia entre el grado de aprendizaje según la opción de aprendizaje presencial y en línea? y ¿Los alumnos aprenden Scrum de la misma forma sin haberlo hecho en el entorno AvanTI?
2. ¿Existe diferencia en el grado de aprendizaje de las prácticas Scrum según el género?
3. ¿Existe un incremento entre el grado de desarrollo inicial y final con respecto a las competencias, así como su diferencia con respecto a la opción de aprendizaje?
4. ¿Existe un incremento entre el grado de desarrollo inicial y final con respecto a los valores, así como su diferencia con respecto a la opción de aprendizaje?

3. Resultados

3.1. Motivation of IT students to participate in the context of a school company AvanTI

Un punto de partida para este análisis fue conocer la motivación de los estudiantes para incorporarse a un proyecto que saben de antemano representa un reto para ellos a la hora de comprometerse a resolver un proyecto real. Entre las razones por las que los alumnos eligieron formar parte de la empresa escolar AvanTI están *“obtener un mayor conocimiento de cómo funciona una empresa, y poder funcionar profesionalmente”* [P1M23], *“formar parte de un equipo de trabajo, poner mis conocimientos en practicar y trabajar en un proyecto real”* [P4M21] *“parecido a lo que es el desarrollo de software en el lugar de trabajo”* [P8H21]. De esta manera *“para ganar experiencia trabajando como desarrollador de software, AvanTI es prácticamente una empresa universitaria, tiene una enfoque y acercamiento a las empresas dentro de un trabajo real”* [P9H21] que *“cuenta con el apoyo de profesores”* [P18H21]. *“Nuestra guía del profesor fue un pilar para la comprensión de Scrum, mientras desarrollábamos nuestras actividades en AvanTI, nos dio retroalimentación sobre las acciones que realizamos para tener en cuenta en nuestra mejora continua”* [P27H23]. Otro motivo fue *“poder trabajar en un proyecto real que ayudará a la Facultad de Ingeniería”* [P33H21]. Por otro lado, para algunos estudiantes la motivación fue desarrollar *“habilidades para aprender a trabajar mejor en equipo y tener una buena comunicación”* [P10H22]. De esta forma, se observa que tanto para ABP como para Scrum, el conocimiento parte de la experiencia de las personas.

3.2. Scrum como una estrategia de aprendizaje para llevar a cabo las actividades de desarrollo de software

El 100% de los estudiantes consideró que Scrum facilitó el aprendizaje para realizar las actividades del ciclo de vida del desarrollo de software. Con base en sus comentarios, podemos afirmar que para los estudiantes Scrum representó un método de enseñanza que les permitió *“comprender las relaciones con las partes interesadas, entregar*

software y mantenimiento posterior a la entrega [P7H20], *“llevar el control en términos de orden y tiempo”* [P15H20]. Así como, *“entender y resolver problemas detectados más rápidamente en las reuniones diarias y con el apoyo de los miembros del equipo”* [P14H22]. Asimismo, les era *“más fácil entender cada parte del proceso para realizar todas las actividades y mostrar avances constantemente”* [P20H20] y al mismo tiempo ser *“conscientes de los riesgos y avances que conlleva el desarrollo de software”* [P1M23], *“aceptar y aplicar cambios durante el desarrollo del proyecto”* [P11M21] y *“así poder asegurar un software de calidad”* [P5H21]. Por otro lado, *“se refuerzan todos los roles y el papel que juega cada uno de ellos, así como la importancia de la comunicación, el empoderamiento y la autoorganización en el equipo”* [P13M22] *“trabajar con un proyecto real”* [P25H20].

La Figura 2 muestra la media y la desviación estándar (SD) con respecto al grado en que las prácticas de Scrum influyeron en el aprendizaje de los estudiantes. Las seis mejores prácticas evaluadas de las quince de Scrum, teniendo en cuenta el valor de la media, son tener un equipo de desarrollo de software (4.92), reunión de revisión (4.67), reunión de planificación de sprint y documentación de requisitos (4.64), liberar incrementos de productos entregables en poco tiempo (4.58) y tener un dueño del producto (4.56).

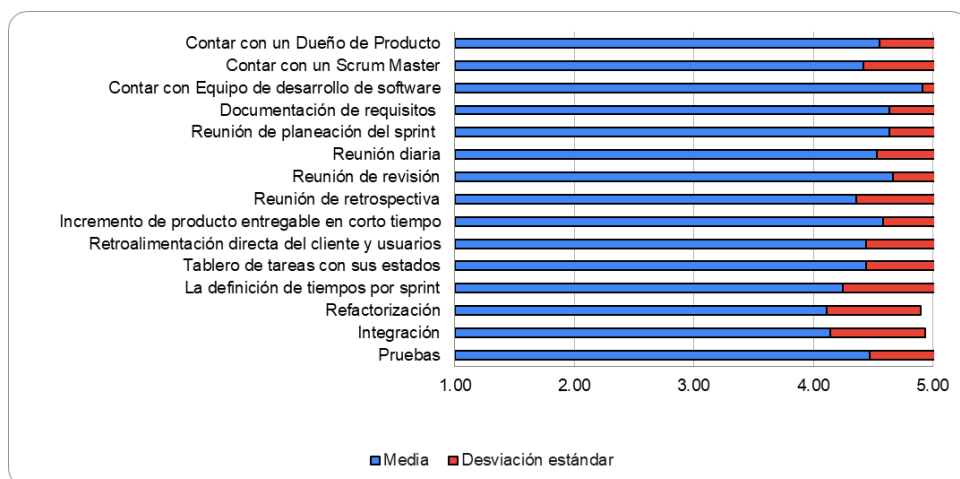


Figura 2 – Media y SD del grado de aprendizaje de las prácticas Scrum

Por otro lado, se comparó el grado de aprendizaje de las prácticas según la opción de aprendizaje presencial y en línea. Para ello se aplicó la prueba t de Student al cumplir con el supuesto de normalidad con una significación (0.776), opción de aprendizaje como variable dependiente y prácticas Scrum como variables independientes. Los resultados mostraron que el aprendizaje de las prácticas se mantuvo constante con media de (4.51) y (4.41) para la opción presencial y en línea respectivamente, con una significación (0.443), por lo que se concluyó que no existe diferencia entre el grado de aprendizaje entre ambas opciones (Tabla 2).

F	Sig.	t	df	Sig.
1.067	0.309	0.776	34	0.443

Tabla 2 – Resultado de la prueba t según la opción de aprendizaje presencial y en línea

También se analizó si existía diferencia en el grado de aprendizaje de las prácticas según el género, para ello se aplicó la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados mostraron que el aprendizaje de las prácticas se mantuvo constante entre el género femenino (19.19) y el masculino (18.30) según los rangos de medias, con un valor de significación (0.837), por lo que se concluyó que no existe diferencia entre el grado de aprendizaje según género (Tabla 3).

Género	N	Rangos de medias	Suma de rangos
Mujer	8	19.19	153.50
Hombre	28	18.30	512.50

Tabla 3 – Resultados de U de Mann-Whitney en las prácticas según el género

3.3. Scrum como un marco de aprendizaje en el contexto de la empresa escolar AvantI

Se preguntó a los alumnos si consideraban que podrían haber aprendido Scrum de la misma forma sin haberlo hecho en el entorno AvantI. De los 36 alumnos, solo 2 consideraron que lo habrían aprendido fuera de AvantI, el resto consideró que su aprendizaje se debió al ambiente de trabajo, considerando *“que al pertenecer a un equipo real como el de AvantI tienes responsabilidades reales que cumplir y por lo tanto implica cierta presión para participar como cualquier papel”*. *“Además, sabes que tu participación influye directamente en algo más grande, que involucra a muchas personas que usan el sistema”* [P4M21]. Pero al mismo tiempo, sienten que *“la forma en que se aprende el framework Scrum dentro de AvantI es muy amigable para nosotros que no tenemos experiencia, en cambio haberlo aprendido en un proyecto fuera de AvantI hubiera sido más gravoso de realizar”* [P7H20]. *“En AvantI, esta experiencia se basó en un proyecto real, con stakeholders reales y necesidades reales, además de las experiencias que me dio vivir con un equipo de desarrollo”* [P8M20]. Además, uno de ellos expresó que no habría aprendido Scrum de la misma manera *“por el hecho de que AvantI es una empresa escolar, hubo mucho apoyo, educación y retroalimentación de los miembros de la empresa, lo que permitió poco a poco aprender a trabajar con el framework Scrum”* [P10H22].

AvantI busca la formación de profesionales de TI con las mejores prácticas de Ingeniería de Software, en este aspecto algunos egresados reconocieron que *“Las empresas enfocadas en el desarrollo de software buscan prospectos que conozcan y dominen estas metodologías”* [P19H21] antes de ser contratados. En consecuencia, los egresados serán factores clave de cambio en función de su experiencia en la aportación de nuevos conocimientos (Buitrón et al., 2018).

3.4. Scrum como un marco de aprendizaje en el desarrollo de habilidades y valores

De acuerdo con las habilidades socioemocionales se analizaron las ocho habilidades que establece el marco Scrum: 1) autoorganización, 2) motivación para hacer las cosas bien, 3) comunicación, 4) colaboración, 5) flexibilidad al cambio, 6) resolución de problemas, 7) investigación y 8) creatividad (Sutherland y Schwaber, 2017). Para probar la efectividad en el grado de desarrollo de las habilidades, se solicitó a los estudiantes que evaluaran el grado en que poseían las habilidades al ingresar a AvanTI y el grado final al concluir su participación. Para su comparación se aplicó la prueba t de Wilcoxon, los resultados mostraron cambios significativos entre la el grado inicial y final con un valor de significación (0.001) en cada una de las habilidades, por lo tanto, se verifica que la participación en el entorno de la empresa y seguir Scrum ha sido efectivo (Tabla 4).

Habilidades	Suma de rangos	Error	Sig.
Auto-organización	561	54.20	.000
Motivación para hacer bien las cosas	351	38.28	.000
Comunicación	496	50.12	.000
Colaboración	528	52.56	.000
Flexibilidad al cambio	406	42.92	.000
Resolución de problemas	378	40.49	.000
Investigación	435	44.79	.000
Creatividad	231	26.93	.000

Tabla 4 – Resultados de la prueba t de Wilcoxon para comparar habilidades iniciales y finales

Ninguna de las habilidades presentaba un grado inicial igual o superior a 4. Por tanto, se consideró que las 5 habilidades con mayor grado eran aquellas que estaban por encima del valor de 3 en el siguiente orden: Resolución de problemas e Investigación (3.42), Motivación para hacer las cosas bien (3.31), Creatividad (3.19) y Flexibilidad al cambio (3.08). Por su parte, Colaboración (2.86), Auto-organización (2.67) y Comunicación (2.64) quedaron por debajo de 3 (Tabla 5).

Habilidades	Inicial		Final	
	Media	SD	Media	SD
Auto-organización	2.67	0.756	4.00	0.676
Motivación para hacer bien las cosas	3.31	1.117	4.42	0.692
Comunicación	2.64	1.099	4.17	0.845
Colaboración	2.86	1.018	4.42	0.732
Flexibilidad al cambio	3.08	1.105	4.33	0.828
Resolución de problemas	3.42	0.967	4.56	0.695
Investigación	3.42	0.874	4.61	0.599
Creatividad	3.19	1.009	3.92	0.937

Tabla 5 – Comparación del grado de desarrollo inicial y final de las competencias

Sin embargo, estas tres habilidades fueron las que presentaron un mayor incremento de aprendizaje: Colaboración (2.86 a 4.42), Comunicación (2.64 a 4.17) y Auto-organización (2.67 a 4.00). Por otro lado, las 3 habilidades que obtuvieron mayor grado de aprendizaje fueron Investigación (4.61), Resolución de problemas (4.56) y Colaboración (4.42). Una expresión con respecto a las habilidades fue: *“Lo más grande que he aprendido es que la colaboración es buena, puedes reducir drásticamente el tiempo para resolver problemas si sabes trabajar en equipo”* [P10H21].

Los valores tomados en cuenta fueron: 1) Responsabilidad en el cumplimiento de las tareas, 2) Respeto por los demás compañeros de proyecto, 3) Compromiso para lograr los objetivos y apoyarse mutuamente, 4) Enfoque para lograr el mayor progreso y 5) Apertura al trabajo y retos (Schwaber y Sutherland, 2017). Se aplicó la prueba t de Wilcoxon (Tabla 6), los resultados mostraron cambios significativos entre el grado inicial y final con un valor de significancia que oscila entre (0.001) y (0.002).

Valores	Suma de rangos	Error	Sig.
Responsabilidad	341	37.46	.000
Respeto	100	15.41	.002
Compromiso	291	33.72	.000
Enfoque	325	36.29	.000
Apertura	399	42.85	.000

Tabla 6 – Resultados de la prueba t de Wilcoxon para comparar valores iniciales y finales

La tabla 7 muestra la comparación del grado de desarrollo inicial y final de los valores. En la evaluación inicial, el respeto (4.19) fue lo primero, seguido de la responsabilidad (3.67), el compromiso (3.64), el enfoque (3.36) y la apertura (3.25). Los tres valores que presentaron un mayor incremento fueron apertura (3.25 a 4.47), enfoque (3.36 a 4.53) y compromiso (3.64 a 4.56). En la evaluación final, el respeto debe ser primero (4.69) y luego la responsabilidad, el compromiso y el enfoque (4.56). Los valores permitieron que los estudiantes entendieran que *“siempre debe haber respeto mutuo”* [P2M23], *“mantenerse enfocado en lograr los objetivos”* [P16H20], la importancia del *“compromiso y responsabilidad para terminar todas las tareas a tiempo”* [P31M20], y *“coordinarme con gente que piensa diferente”* [P33H20].

Valores	Inicial		Final	
	Mean	SD	Mean	SD
Responsabilidad	3.67	1.04	4.56	0.65
Respeto	4.19	1.09	4.69	0.67
Compromiso	3.64	1.05	4.56	0.73
Enfoque	3.36	1.10	4.53	0.61
Apertura	3.25	0.87	4.47	0.74

Tabla 7 – Comparación del grado inicial y final de los valores

También se comparó el grado de desarrollo de habilidades y valores finales según la opción de aprendizaje. Para ello se aplicó la prueba U Mann Whitney, los resultados mostraron (Tabla 8) que para las habilidades se mantuvo un rango constante de medias presencial (17.64) y en línea (19.86) con una significación (0.553). En el caso de los valores finales, se mantuvo un rango medio constante presencial (18.27) y en línea (18.86) con una significancia (0.885).

Final	Opción de aprendizaje		Suma de rangos		Sig.
	Presencial	En línea	Presencial	En línea	
Habilidades	17.64	19.86	388	278	0.553
Valores	18.27	18.86	402	264	0.885

Tabla 8 – Prueba U Mann Whitney para comparar habilidades y valores finales

4. Discusiones y conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio han demostrado que la implementación de Scrum fortalece el ABP como una estrategia de aprendizaje ágil acorde a las necesidades del mundo laboral actual y en línea con otros estudios en el ámbito de la educación superior con estudiantes de TI (Medina-Rojas, 2017) y otros perfiles de pregrado (Fernandes et al., 2021). El profesor como facilitador brinda a los estudiantes el apoyo y la confianza de que tienen los conocimientos, habilidades y valores para comportarse como futuros profesionales de TI de acuerdo con las estrategias de organizaciones como la OCDE y la UNESCO.

El enfoque Scrum facilitó la aplicación del ABP ya que es un marco orientado a la gestión de proyectos, permitiendo dar claridad a cada uno de los stakeholders, tanto docentes como estudiantes, sobre los objetivos y alcances del proyecto; así como la planificación, ejecución y evaluación de los entregables generados en cada uno de los Sprints. Asimismo, el entorno de una empresa escolar con reglas y responsabilidades definidas de acuerdo con las de una empresa de desarrollo de software representa un desafío mayor para los estudiantes. Se reforzaron significativamente las prácticas de tener un equipo de desarrollo y un dueño del producto, con resultados similares al estudio de Fernandes et al., (2021).

Trabajar en equipo bajo las reglas establecidas también reforzó los valores de respeto y responsabilidad. Las reuniones de planificación y la documentación de los requisitos fueron importantes para saber qué hacer y cómo reducir la complejidad del proyecto por sprint. Por otro lado, las reuniones de revisión con los stakeholders fueron vitales para que los estudiantes pudieran evaluar si cada avance correspondía a lo esperado y, en caso de ser necesario, realizar adecuaciones a tiempo. El compromiso de los estudiantes, por lo tanto, es mayor cuando escuchan del cliente y usuarios los beneficios que reciben del producto entregado. Lo que también les permitió aumentar principalmente los valores de enfoque para lograr el mayor progreso y apertura al trabajo y los desafíos. Algunos comentarios al respecto fueron: *“Ser parte de AvanTI ha tenido un impacto positivo considerable en mi forma de trabajar, me ha desafiado, he ganado más confianza en*

mis conocimientos y puedo decir que descubrí que soy una persona que puede trabajar y ser miembro de un equipo” [P4-H-21].

Este estudio también ha permitido recoger de las expresiones del alumnado la necesidad que tienen de experimentar desde el aula una participación práctica similar al ámbito laboral. Se preocupan por aportar sus conocimientos a la solución de proyectos reales, tener interacción directa con los stakeholders y reducir la incertidumbre de cómo se desempeña cada rol relacionado con su área profesional. Esta experiencia es el preámbulo de su práctica profesional sustentada en metodologías, marcos de trabajo y tecnologías que se espera que los estudiantes dominen al graduarse, superando incluso las prácticas que han implementado las empresas desarrolladoras de software.

La integración de estrategias instruccionales reforzó las habilidades y valores socioemocionales que los empleadores también requieren como parte de las competencias de los egresados. Además, se validó que independientemente de la opción de aprendizaje presencial o en línea, no existe diferencia en el grado de desarrollo de prácticas, habilidades y valores. La experiencia de formar parte del personal de una empresa escolar fortalece su currículo y además hace que los estudiantes identifiquen las áreas de oportunidad que existen en el mercado laboral como parte de una mejora continua en sus procesos de software.

Referencias

- Assyne, N., Ghanbari, H., & Pulkkinen, M. (2022). The state of research on software engineering competencies: A systematic mapping study. *The Journal of Systems & software*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.111183>
- Astorga-Vargas. M. A., Flores-Rios, B. L., Chavez-Valenzuela, G. E., Lam-Mora, M. C., & Justo-Lopez, A. C. (2010). Lecciones aprendidas en la implantación de MoProSoft en una empresa escolar: caso AvanTI. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação* 6, 73-86.
- Astorga-Vargas. M. A., Flores-Rios, B. L., Ibarra-Esquer, J. E., Mariscal-Camacho, J., & Vizcarra-Corral, L. E. (2015). Impacto del aprendizaje basado en proyectos implementado en una empresa escolar de base tecnológica dedicada al desarrollo de software. *RISTI - Revista electrónica de computación, informática, biomédica y electrónica*, 4 (4), 1-47. <https://doi.org/10.32870/recibe.v4i4.5>
- Buitrón-Ruiz, S. L., Garzón-Vela, L. E., & Palechor-Valencia, J. C. (2018). *Metodología para la implementación del aseguramiento de calidad del aseguramiento de calidad en los productos software, desarrollados por aprendices del SENA*. Servicios Nacional de Aprendizaje. Centro de comercio y servicios. <https://hdl.handle.net/11404/7229>
- Cabedo, L., Royo, M., Moliner, L., & Guraya, T. (2018). University social responsibility towards engineering undergraduates: The effect of methodology on a service-learning experience. *Sustainability*, 10(6),1823. <https://doi.org/10.3390/su10061823>.

- Carvalho, J. D., Fernandes, S., Lima, R. M., & Mesquita, D. (2018). Making PBL teams more effective with Scrum. In Lima, R. M., Villas-Boas, V., Aquere, A. L., & Mello, J. (Eds.), *Proceedings of the PAEE/ALE'2018, 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE)*, University of Brasília, Brasília, Brazil, 64-72. <http://hdl.handle.net/11328/2533>
- Cico, O., Jaccheri, L., Nguyen-Duc, A., & Zhang, H. (2020). Exploring the intersection between software industry and software engineering education—a systematic mapping of software engineering trends. *Journal of Systems and Software*, 172, 110736. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110736>
- Clark-Carter, D. (2019). Quantitative psychological research: The complete student's companion. (4th Ed.). New York, Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315398143>
- Diego-Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, L. (2021). Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave. *Comunicar*, 29(66), 33-43. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Fernandes, S., Dinis-Carvalho, J., & Ferreira-Oliveira, A.T. (2021). Improving the performance of student teams in Project-Based Learning with Scrum. *Education Sciences*, 11(8): 444. <https://doi.org/10.3390/educsci11080444>
- García-Aracil, A., Monteiro, S., & Almeida, L. S. (2021). Students' perceptions of their preparedness for transition to work after graduation. *Active Learning in Higher Education*, 22(1): 49–62. <https://doi.org/10.1177/1469787418791026>
- Hasni, A. F., Belletete, V., Benabdallah, A., Nicole, M. C., & Dumais, N. (2016). Trends in research on Project-based science and technology teaching and learning at K-12 levels: a systematic review. *Studies in Science Education*, 52(2), 199-231. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1226573>.
- Kuz, A., Falco, M., & Giandini, M. S. (2018). Comprendiendo la aplicabilidad de scrum en el aula: Herramientas y ejemplos. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 21, 62-70. <https://doi.org/10.24215/18509959.21.e07>.
- Manoharan, S., Ye, X., & Speidel, U. (2022). Problem-based Learning in a Large-Class Setting. In: the 31st Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE), 1-6, <https://doi.org/10.1109/EAEEIE54893.2022.9820034>.
- Medina-Rojas, F., Nuñez-Santa, J.M., Sánchez-Medina, I.I., & Cabrera-Medina, J.M. (2017). Implementación del ABP, PBL y método Scrum en cursos académicos para desarrollar sistemas informáticos enfocados en fortalecer la región. *Educación en Ingeniería*, 12(24), 52-57. <https://doi.org/10.26507/rei.v12n24.758>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures, *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>

- Peña, Y. R., Hechavarría Hernández, J. R., & Vázquez, M. L. (2018). Problem-based learning. An experience on the inclusion of quality problems in Educational Software Engineering. In World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC),1-6, doi: 10.1109/WEEF-GEDC.2018.8629761
- Pérez, B. & Rubio, A. L. (2020). A Project-Based Learning Approach for Enhancing Learning Skills and Motivation in Software Engineering. In: Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 309-315. <https://doi.org/10.1145/3328778.3366891>
- Pérez-Benedi, J., Yagüe-Panadero, A., Díaz-Fernández, J., & Villaverde, S. A. (2011). Un primer paso a la agilidad: retrospectivas para el aprendizaje de la Ingeniería del Software. In: *2 Conferencia Agile Spain*, Castellón, España,11-24. Available at: <https://oa.upm.es/21104>.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Scrum org. <https://www.scrum.org/resources/scrum-guide>
- Scrum-institute. (2017). *Scrum revealed training book* (3rd ed.). International Scrum Institute.
- Tymkiw, N., Bournissen, J. M., & Tumino, M. C. (2020). SCRUM como metodología de enseñanza y aprendizaje de la programación. XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Available at: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/104104>
- Villalobos-Abarca, M. A., Herrera-Acuña, R. A., Ramírez, I. G., & Cruz, X. C. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos Reales Aplicado a la Formación del Ingeniero de Software. *Formación universitaria*, 11(3), 97-112. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000300097>
- Willard, K., & Duffrin, M.W. (2006). Utilizing project-based learning and competition to develop student skills and interest in producing quality food items. *Journal of Food Science Education*, 2, 69-73. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4329.2003.tb00031.x>.
- Włodarski, R., Poniszewska-Marañda, A., & Jean-Remy, F. (2022). Impact of software development processes on the outcomes of student computing projects: A tale of two universities. *Information and Software Technology*, 144, 106787. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106787>

Análisis de la tecnología e innovación en empresas industriales de Mexicali como ruta para el uso de herramientas de la industria 4.0

Roberto Carlos Valdés Hernández¹, José Luis Arcos Vega² y Conrado García González

valdes.roberto@uabc.edu.mx; arcos@uabc.edu.mx; cnrdragarciag@uabc.edu.mx

¹Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.

²Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.

Pages: 113-129

Resumen: La investigación tuvo como objetivo caracterizar el uso de herramientas de la industria 4.0 por parte del personal directivo y gerencial en empresas manufactureras de la ciudad de Mexicali, por lo que ha sido importante elaborar evaluaciones del uso de las principales tecnologías como lo son el uso de internet de las cosas (IoT), la Inteligencia Artificial, el Computo en la Nube, el Machine Learning y el Big Data. La metodología aplicada fue cuasi-experimental con un enfoque longitudinal descriptivo mixto por encuesta. Para realizar el análisis se utilizó el análisis ANOVA. Entre los principales resultados se demuestra que en un incremento entre el 70% al 90% en la productividad y calidad evaluando si es de importancia el uso de las herramientas tecnológicas en la industria de Mexicali.

Palabras-clave: Big data, innovación, industria 4.0, Internet de las cosas (IoT)

Analysis of technology and innovation in industrial companies in Mexicali as a route for the use of industry 4.0 tools

Abstract: The problem in manufacturing companies in the city of Mexicali on the way to industry 4.0 has generated some resistance from the executive and managerial staff, so it has been important to prepare evaluations of the use of the main industry 4.0 tools as They are the use of the Industrial Internet of Things (IIOT), Artificial Intelligence, Cloud Computing, Machine Learning and Big Data. Among the main results, it is shown that there is an increase between 70% and 90% in productivity and quality, evaluating whether the use of industry 4.0 tools in the Mexicali industry is important, using the ANOVA analysis.

Keywords: Big data, innovation, industry 4.0, Internet of Things (IoT)

1. Introducción

La industria 4.0 ha revolucionado las actividades de manufactura en todas las empresas industriales a nivel mundial, aplicando las cinco herramientas antes mencionadas,

logrando el incremento de los niveles de productividad y calidad y con ello el aumento de las ganancias económicas (Banda, 2014; Christopher et al, 2011). En algunas regiones del mundo, la utilización de este tipo de herramientas ha sido aceptada con gran interés, pero en otras zonas como la Republica Mexicana, principalmente en el estado de Baja California. Una de las ciudades de este estado del noroeste de la República Mexicana, es Mexicali, donde se ha generado una resistencia del personal directivo y gerencial, por lo que la aplicación de estas herramientas de la industria 4.0, esta en proceso en la mayoría de las industrias, en especial de la industria del ramo aeroespacial, biomédica, electrónica y metalmecánica (IMAQ, 2022).

2. Revisión de literatura

2.1. Industria 4.0

Este tipo de industria es parte de la cuarta revolución industrial, donde ha tenido un mayor auge desde principios del siglo XXI, de acuerdo a procesos de mejoramiento de la tecnología e innovación de los procesos industriales y productos fabricados, en base a la demanda comercial y con especificaciones ambientales para generar una industria limpia sin causar contaminación al aire, suelo y agua (en suelos y mantos acuíferos) (Roblek et al, 2016; Almada, 2016). Además, se contempla el reciclaje y reúso de los materiales utilizados en los empaques de los productos manufacturados y el uso de materiales de empaque biodegradables. Uno de los aspectos de mayor relevancia de la industria 4.0 es el enfoque en las tecnologías de la información, donde se consideran las herramientas digitales de tecnología avanzada y el desarrollo de nuevos procesos controlados por computadora con programas de cómputo especializados (Sommer, 2015; Schmidt et al, 2015). Entre las principales actividades donde se pueden aplicar las herramientas de manufactura, se consideran las siguientes (Wang et al, 2016; Vijaykumar et al, 2015):

- a. Acciones de administración y mejora de eficiencia en la cadena de suministro. Las herramientas de la industria 4.0 apoyan en gran medida en la información obtenida de los procesos de las cadenas de suministro tanto de exterior a cada empresa industrial para tener rápido y fácil la materia prima requerida para la fabricación de los productos o detectar fácil y rápidamente los distribuidores de los productos que manufactura. Además, se evalúan con estas herramientas mencionadas, las actividades de interior para la distribución óptima de la materia prima, control eficiente de materiales y equipo de trabajo requerido para las operaciones industriales y generar el flujo de producción adecuado para lograr las metas y con ello incrementar los índices de productividad y calidad, así como tener una distribución de planta eficiente y un espacio (almacén) de recepción de materia prima, materiales y equipo de trabajo, equipo y maquinaria industrial para producción y un área para colocar los productos manufacturados para que sean distribuidos por el transporte requerido.
- b. Actividad de mantenimiento industrial. Es de gran utilidad en el control de los programas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, donde este último puede ayudar a detectar cuando podrá generarse alguna falla en una pieza de un equipo o maquinaria industrial usados en los procesos industriales, o todo el sistema completo de los equipos y maquinaria industrial. Además,

se contempla la recopilación y resguardo de la información obtenida de los procesos industriales provenientes de los equipos y maquinaria industrial y de sensores ya sea electrónicos, electromecánicos, mecánicos, ópticos o de otro tipo de sensor requerido en las diversas actividades de manufactura que son requeridas en las empresas industriales de cualquier región del mundo. Dicha información es evaluada con programas de cómputo especializados para análisis estadísticos como el MatLab, MatCad, Minitab y SSPS Statistics, como los de mayor relevancia en este tipo de análisis de ciencia.

- c. Desarrollo eficiente de inventarios. Son aplicados para el control de los inventarios tanto de la materia prima en el almacén de recepción, como en almacenes internos de las diversas áreas de manufactura, así como los productos manufacturados y estar colocados en lugares estratégicos para ser distribuidos de la manera más rápida, segura y sencilla. También se contemplan en algunas áreas de producción, los espacios donde se colocan momentáneamente los productos fabricados y subproductos que, en ocasiones por falta de espacio, y en especial los subproductos que a veces les falta algún componente y se fabrican hasta cierto tipo de nivel de manufactura. El uso de las herramientas de la industria 4.0 mencionadas, es de gran apoyo, debido a que cada espacio que es requerido por inventario en una industria, genera costos inesperados, además de que los subproductos en ocasiones se pueden mezclar y con ello fabricar productos inadecuados, pudiendo originar pérdidas económicas, que tanto preocupan al personal directivo y gerencial.
- d. Elaboración de actividades administrativas. Se utilizan las herramientas de industria 4.0 mencionadas anteriormente, para la elaboración de acciones de compras, ventas, reclutamiento de personal, pago de impuestos, procesos de seguridad y búsqueda y procesos de pago a proveedores de servicios como la renta de copiadoras, servicios de telefonía e internet, limpieza, seguridad e higiene, servicios de salud (doctores y enfermeras, requeridas para situaciones de accidentes en las industrias) y servicios de agua, electricidad, gas y también los servicios legales en caso de ser requeridos para demandas laborales. Esto también genera la obtención de la información y evaluación de la misma para poder elaborar los procesos de manera óptima y evitar algún tipo de situación complicada que pueda causar retrasos en alguna actividad y cause algún escenario difícil que conlleve a pérdidas económicas.
- e. Acciones de seguridad e higiene. Esto es parte importante y que ha tenido gran auge desde principios del siglo XXI, donde se ha contemplado los aspectos relevantes de ergonomía y salud laboral, donde se contemplan los análisis de accidentes laborales, así como las acciones de mejoramiento de las operaciones industriales con nuevos diseños de instrumentos, equipos y material de trabajo, además de mesas de trabajo y áreas de manufactura que se pueden ajustar de manera automatizada o manual a personas de diversos niveles de altura, peso y capacidades para la elaboración de las operaciones industriales. Esto ha apoyado enormemente, para reducir y evitar los accidentes laborales, que tanto evalúan el personal directivo y gerencial para no generar gastos inesperados a las instituciones de salud reguladas por autoridades del gobierno de nuestro país.

Estas cinco actividades son las más comunes y que pueden utilizar las herramientas de la industria 4.0 evaluadas en esta investigación. En la figura 1, se muestran las

principales actividades del uso de las herramientas de la industria 4.0 que se explicaron anteriormente (Rümann et al, 2016; Lasi et al, 2014).

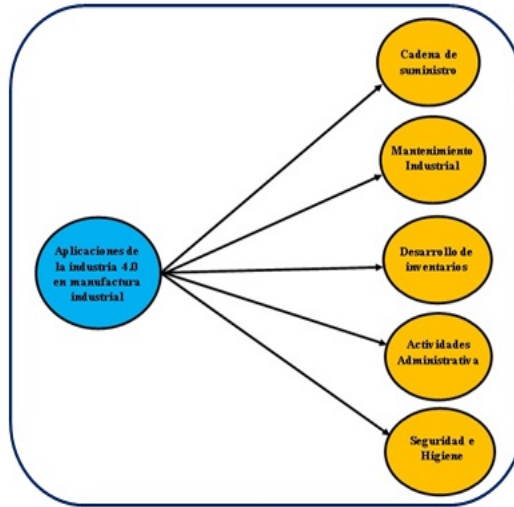


Figura 1 – Aplicaciones de la industria 4.0 en la industria manufacturera

Fuente: Análisis de literatura de la investigación

2.2. Tecnología e innovación

Este aspecto de relevancia, se refiere a la creación y desarrollo de un nuevo producto, servicio o proceso que se puede aplicar a los procesos industriales, donde en diversas ocasiones (Ning et al, 2015; Hermann et al, 2016), se elaboran como una necesidad y a veces como una situación para mejorar alguna acción que conlleve a obtener mejor rendimiento productivo tanto del personal de manufactura como de los equipos, sistemas y maquinaria industrial; utilizados para los procesos de fabricación de productos de diferentes tipos de empresas industriales (Riedl et al, 2014; Tao et al, 2014). Las actividades de tecnología e innovación, que generan mayor demanda son las de aeroespacial, biomédica, electrónica y metalmecánica; por la diversidad de productos que se manufacturan en estos tipos de empresas industriales y cuyos productos son muy usados a nivel mundial. Otro factor de importancia es el de la seguridad e higiene, debido a que la mayor parte de los productos fabricados que contienen materiales metálicos, tienden a generar el proceso de deterioro en un periodo corto de su utilización, debido a las condiciones ambientales que ocasionan ese daño a los materiales metálicos (Schlechtendahl et al, 2015; Wang et al, 2014b).

En base a esto, se desarrollan nuevos diseños, uso de nuevos materiales y nuevos procesos que efficienten el flujo de producción y manufacturen productos resistentes a las agresivas condiciones ambientales en ciertas ciudades del mundo consideradas como ciudades con altos niveles de contaminación. Además, se deben de contemplar procesos eficientes en la manufactura de productos con materiales metálicos, en donde no se origine algún tipo de deterioro durante los procesos de fabricación, para evitar que los

productos manufacturados, puedan generar algún tipo de falla eléctrica, electromecánica o mecánica; que puedan causar alguna situación complicada que presente casos severos de salud o hasta de pérdida de vidas humanas y materiales (Lu, 2017; Chen et al, 2014b).

Por lo anterior, el desarrollo de acciones de tecnología que conlleven a obtener mayor seguridad y eficiencia en los productos fabricados y que sean biodegradables por sí solos y en poco tiempo para no incrementar los índices de contaminación tanto en aire, suelo y agua; por algunos productos fabricados que por falta de conciencia la población los desecha en lugares inadecuados y causan la generación de residuos sólidos y gases que dañan los entornos ambientales, originando enfermedades de tipo respiratorio y de la piel principalmente (Wang et al, 2014). La innovación es parte de la aplicación de los conocimientos teóricos, y la tecnología representa el desarrollo de métodos, procesos, prototipos y servicios; con el objetivo de mejorar sus acciones y funcionamiento y generar una eficiente satisfacción de los usuarios de los productos manufacturados (Frazzon et al, 2013; Chen et al, 2014a).

2.3. Industria en Mexicali

Al ser una región fronteriza con una excelente relación comercial con tratados de economía con los Estados Unidos (EU) por lo del Tratado de Libre Comercio (TLC), y ser una zona anexa al estado de California de EU, donde se realizan grandes acciones comerciales, es privilegiada con la instalación de diversas industria. La mayoría son de EU, además de países de Asia como China, Corea y Japón, principalmente; y de Europa como de España, Francia, Inglaterra, Italia y Holanda; están ubicadas mas de 150 industrias de tipo maquiladora. En esta región industrial, se tienen instaladas esencialmente empresas industriales del giro aeroespacial, biomédica, electrónica y metalmecánica, además del ramo agrícola, alimentos y bebidas, plásticos y textil. En la figura 2 se representan las principales empresas industriales instaladas en la ciudad de Mexicali, representando el 65% (IMAQ, 2022).

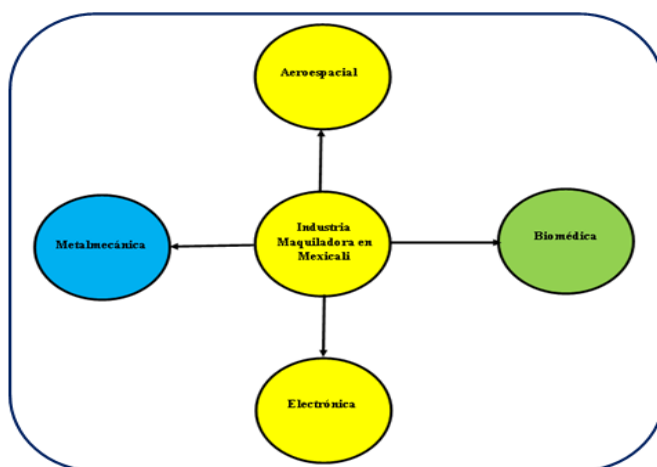


Figura 2 – Principales tipos de industrias en Mexicali
Fuente: Análisis de literatura de la investigación

Factores Industrias	Ramo	Producto Manufacturado	Tipo de proceso	Herramientas de Industria 4.0
1	Aeroespacial	Arneses para tablero de aviones	Lineal	IIOT, BD, ML
2	Aeroespacial	Trenes de Aterrizaje	Lineal	IIOT, ROB
3	Aeroespacial	Turbinas de Aviones	Lineal, U	CNE, ML, IA
4	Biomédica	Catéteres	Lineal, Celda de Manufactura	BD, IA, IIOT
5	Biomédica	Marcapasos	Lineal, T	ML, ROB
6	Electrónica	Tabletas	Lineal, Celda de Manufactura	BD, ROB
7	Electrónica	Televisiones	Lineal, U	IIO, BD, ML
8	Electrónica	Teléfonos Celulares	Lineal, G	CNE, ML, IA
9	Metalmecánica	Bisagras	U, T	IIO, BD, ROB
10	Metalmecánica	Correderas para Cajones	Lineal, U	CNE, IIO, IA

Tabla 1 – Tipos de industrias, productos, flujos de proceso y herramientas de la industria 4.0 propuestas en la investigación en las diez empresas industriales evaluadas de Mexicali (2023)

B.D. Es conocido como BigData, que es parte de la recepción, almacenamiento, organización y análisis de datos estructurados y no estructurados, provenientes de actividades de manufactura.

CNE. Computo en la nube, que refiere a utilizar servidores de tipo remoto para se interconectan entre si, para recopilar, almacenar y organizar informacion teórica y numérica de procesos industriales.

IIOT. Se representa por Internet Industrial de las Cosas, que es usada para evaluar la conexión entre los trabajadores, máquinas y la informacion que se recopila, almacena, organiza y analiza de operaciones industriales

IA. Significa inteligencia Artificial, que es utilizada para evaluar la capacidad de los sistemas de computo para elaborar toma de decisiones, reemplazando las acciones de las personas de áreas de producción.

ML-M2M. Representa la conexión de dos o mas maquinas de áreas de manufactura, analizando la conexión entre estas, así como el intercambio de informacion y la conexión a un servidor o sistema de computo para recopilar, organizar, almacenar y analizar la informacion de las máquinas.

ROB. Representa a la robótica, que es parte de la aplicación del uso de sistemas robotizados para optimizar los procesos industriales.

De la tabla anterior, se observa que la herramienta que más se utiliza es la IIOT, aplicadas para digitalizar los procesos industriales, con los cuales, se genera un control de las operaciones de manufactura, así como control de materia prima, métodos de

fabricación y distribución de los productos manufacturados (Ríos-Ramírez et al, 2019), que fue aplicada en el proceso de esta investigación.

2.4. Análisis ANOVA

Es un proceso estadístico que tiene la función de elaborar un análisis comparativo de las medias de diversas características, donde se evalúa además de la media, la desviación estándar e indicar por medio de una hipótesis nula, se puede presentar la posibilidad de ocurrencia de un evento deseado y obteniendo con el análisis valores de p , que representa un valor significativo (Hardin et al, 2017). Este valor debe ser menor al porcentaje que indica el error que se presenta inicialmente en forma de porcentaje y que por lo regular es el 5% (0.05), 3% (0.03) y 1% (0.01). Estos valores en porcentajes y convertidos a decimal, indican que es el valor con el cual puede ocurrir un error o defecto, siendo el resto con respecto al 100%, el valor porcentual de éxito o que se elaboren las actividades de manufactura sin presentarse un error o de obtener un producto en buen estado sin ningún defecto (Lakens, 2013). Por lo que se tienen tres tipos de análisis ANOVA que se representan en la figura 3 y se explican posteriormente (Nieuwenhuis et al, 2011):

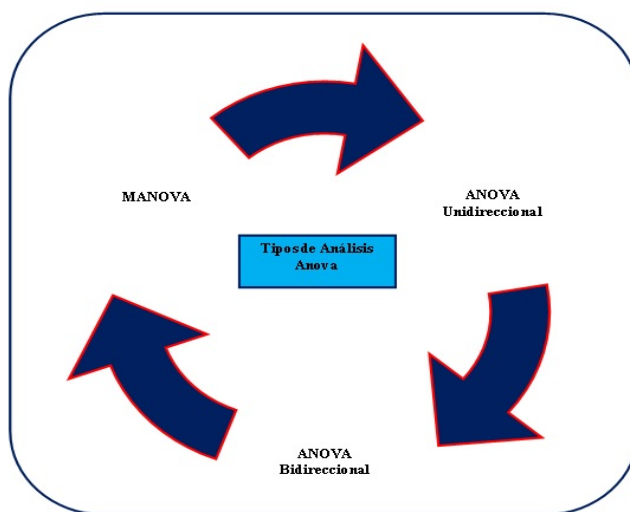


Figura 3 – Tipos de análisis ANOVA
Fuente: Análisis de literatura de la investigación

Los tipos de análisis ANOVA se explican a continuación (Hardin et al, 2017):

- ANOVA Unidireccional. Se representa por contener una variable independiente, y evaluar dos medias de diferentes características o sucesos que no se relacionan entre sí, donde se utiliza la distribución F para el análisis.
- ANOVA Bidireccional. Es un proceso extensivo del análisis ANOVA unidireccional, conteniendo dos variables independientes, requiriendo de una variable cuantitativa y dos variables nominales.

- c. MANOVA. Es utilizada cuando se presentan varias o múltiples variables independientes, siendo aplicada para determinar si la variable dependiente varía cuando se modifica cualquier variable independiente.

Este análisis fue aplicado en base a una encuesta desarrollada en diversos tipos de industrias de la ciudad de Mexicali, a personal directivo, gerencial y especializado (ingenieros y técnicos), para determinar en base a la relevancia de las herramientas de la industria 4.0 (Rico-Bautista et al, 2021), si se generaba un efecto positivo en los niveles de concientización del personal operativo de procesos industriales, así como observarse en esta investigación, que se obtuvo un incremento en los índices porcentuales de productividad y calidad de los productos manufacturados en las industrias evaluadas. En base a esa encuesta, se obtuvieron niveles porcentuales de las diversas opiniones del uso de las herramientas y en diferentes tipos de industrias instaladas en la ciudad de Mexicali y así poder elaborar el proceso del análisis ANOVA, que se muestra en la sección de resultados.

2.5. Coeficiente de Cronbach

Es un proceso estadístico que tiene la característica de evaluar confiabilidad de la escala de una medición, en donde se requiere elaborar una acción de encuesta en base a preguntas de categorización y de relación entre variables tanto independientes como dependientes (Muhammad et al, 2021). Esto es para apoyar para determinar cuál de las variables tiene un grado mayor de efecto y ser considerada para la toma de decisiones de parte de las personas encargadas de una actividad, como lo son el personal directivo y gerencial en esta investigación (Warrens, 2015). En este estudio científico se desarrollaron diez encuestas a diez personas de nivel directivo siendo dos (Director General y Gerente General) y ocho gerentes, porque todos tienen la posibilidad de la toma de decisiones para poder optimizar los procesos de manufactura y con ello incrementar los índices de productividad y calidad. Los ocho gerentes son de Calidad, Contabilidad, Ingeniería, Manufactura, Mantenimiento, Materiales Recursos Humanos y Seguridad Industrial, quienes aportaron sus opiniones para apoyar en esta investigación y con ello lograr la mejora continua con procesos de tecnología e innovación.

3. Procedimientos Metodológicos

En esta investigación la metodología aplicada fue cuasi-experimental con un enfoque longitudinal descriptivo mixto por encuesta. El instrumento se aplicó al personal directivo y gerencial de la industria aeroespacial, electrónica y metal mecánica en la ciudad de Mexicali, buscando recolectar datos de las cinco herramientas de la industria 4.0 mencionadas anteriormente aplicadas en los procesos productivos de las diferentes empresas. Para obtener un proceso óptimo de recolección de la información (elaboración y desarrollo adecuado de la encuesta y a las personas requeridas para esta investigación mencionadas anteriormente), además de ser cualitativo por la información con respuestas consideradas de interés para este estudio (Araque González et al, 2021). De acuerdo a lo estipulado, se realizaron tres actividades relevantes para poder mejorar los niveles de productividad y calidad y se mencionan enseguida:

- a. Evaluación de la aplicación de las seis herramientas de la industria 4.0 propuestas en este estudio científico en empresas industriales de Mexicali, así como los índices de productividad y calidad en las diez empresas industriales evaluadas.
- b. Uso de análisis ANOVA y coeficiente de Cronbach para determinar el nivel de categorización y relación de las variables independientes y dependientes evaluadas en esta investigación y determinar cuál de estas tiene un efecto mayor.
- c. Evaluación de un sistema electrónico de bajo costo para determinar el grado de apoyo con el cual se elaboran actividades industriales en el área de manufactura y están acoplados a un sistema de cómputo para obtener información por medio de señales digitales y convertidas a señales análogas y con ello convertir de bits a valores numéricos, para almacenar la información numérica y con ello elaborar evaluaciones con el sistema matemático MatLab, aplicado para este estudio científico.

4. Resultados

Esta investigación generó información relevante sobre herramientas aplicadas en los procesos de conversión de señales digitales de sensores electrónicos y poder analizar los datos en la herramienta Minitab, observando las acciones de las operaciones industriales y además evaluar tanto las actividades de manufactura en un flujo de proceso lineal con anexos de celdas de manufactura. De esta forma, se pudo determinar si un producto fabricado contiene las especificaciones requeridas por el cliente o es defectuoso y puede ser retrabajado o ser parte de la basura industrial, que en ocasiones se obtienen cantidades grandes de este tipo de material defectuoso. Los análisis se muestran en las siguientes secciones.

4.1. Evaluación del uso de herramientas de la industria 4.0 en Mexicali

En esta investigación se elaboró una evaluación de la aplicación de las herramientas de la industria 4.0, donde se observa en la figura 4, como evaluación de un gráfico de tipo radial, representándose que en el área del gráfico donde están ilustrados los niveles porcentuales del 0 al 100 (similares los índices porcentuales del 0% al 100%). Esto indica que la herramienta con mayor uso fue la de internet industrial de las cosas, que representan la conexión entre el personal operativo de las áreas de manufactura, además de las máquinas y la información obtenida como datos estructurados o no estructurados que se vinculan a un sistema de cómputo. Dicho sistema computacional está acoplado a un servidor para que dicha información sea consultada por varias personas del nivel directivo y gerencial asociados a los procesos industriales y administrativos de las diez empresas industriales evaluadas en la ciudad de Mexicali. Este análisis mostrado en la figura 4, indica la manera en la cual se van vinculando las herramientas de la industria 4.0 que fueron aplicadas en las diez empresas donde se realizó este estudio científico, donde al inicio de la investigación, se presentó cierto nivel de resistencia de cierto personal directivo y gerencial, debido a que consideraba inútil la investigación y la aplicación de las herramientas de la industria 4.0. Cuando en realidad una vez aplicadas las herramientas desde el segundo mes de este estudio científico, se observó un incremento en la productividad y calidad observada en la

tabla 2, iniciando desde el promedio del 70% en todas las industrias evaluadas hasta cerca del 90%, en algunas de estas.

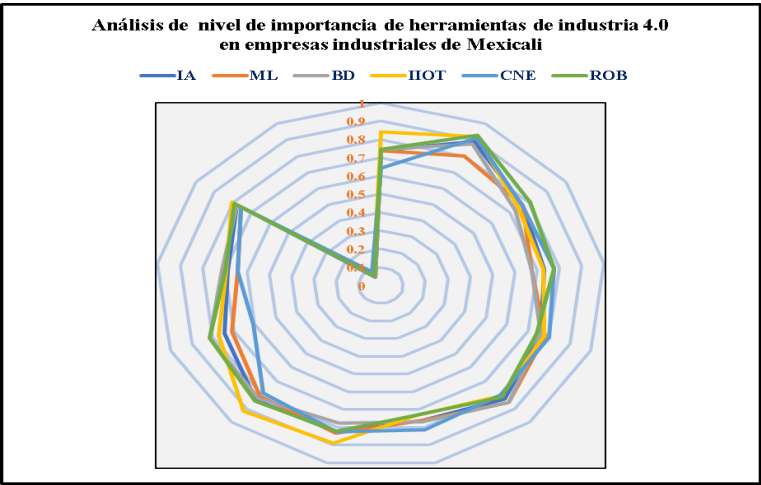


Figura 4 – Análisis de concientización de los niveles de interés del uso de herramientas en las empresas industriales evaluadas en Mexicali

Industrias	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10
Meses										
Enero	70	71	74	71	70	73	73	70	72	70
Febrero	72	74	77	73	74	72	75	72	72	72
Marzo	76	72	75	78	76	74	77	74	74	73
Abril	77	76	78	75	77	75	78	77	75	74
Mayo	79	77	79	77	79	77	79	76	76	76
Junio	80	74	80	79	80	79	80	78	77	77
Julio	82	78	83	81	81	80	80	79	77	78
Agosto	79	79	82	79	79	81	82	80	79	78
Septiembre	80	81	84	80	82	82	82	80	80	79
Octubre	83	82	82	82	83	84	83	82	82	80
Noviembre	85	84	84	83	86	84	85	83	83	82
Diciembre	87	86	83	85	88	85	85	84	84	83

Tabla 2 – Análisis de productividad (%) y calidad (%) de las industrias evaluadas en Mexicali (2022)

4.2. Análisis ANOVA y coeficiente de Cronbach

Una vez elaborada la evaluación de la aplicación de las seis herramientas de la industria 4.0 propuestas en este estudio científico, se procedió a elaborar un análisis ANOVA con los niveles porcentuales del uso de las herramientas en las diez industrias evaluadas en esta investigación. Dicho análisis se muestra en la tabla 3 que se presenta a continuación.

Industria	Tipo de Industria	IIOT	ML	BD	IA	CNE	ROB
1	Electrónica	0.74	0.74	0.75	0.84	0.64	0.75
2	Biomédica	0.89	0.80	0.87	0.92	0.91	0.93
3	Aeroespacial	0.77	0.77	0.73	0.75	0.77	0.81
4	Electrónica	0.73	0.68	0.68	0.73	0.78	0.78
5	Aeroespacial	0.76	0.78	0.76	0.78	0.80	0.74
6	Metalmecánica	0.83	0.86	0.86	0.81	0.80	0.81
7	Biomédica	0.76	0.76	0.77	0.73	0.81	0.73
8	Electrónica	0.82	0.83	0.78	0.89	0.83	0.82
9	Aeroespacial	0.84	0.81	0.82	0.92	0.79	0.85
10	Metalmecánica	0.74	0.71	0.81	0.77	0.61	0.81
M	X	0.78	0.76	0.78	0.80	0.75	0.79
DE	X	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04

M. Media, DE. Desviación Estándar

Tabla 3 – Evaluación de la eficiencia del uso de las herramientas de la industria 4.0 de la investigación (2022)

La tabla anterior muestra los índices (del 0 a 1) semejantes a los niveles porcentuales del uso de las herramientas de la industria 4.0 mencionadas anteriormente y representando diversos índices numéricos, en la evaluación de cada herramienta utilizada y su efecto positivo en su aplicación, en cada industria donde se realizó la investigación y al final de la tabla se observan los datos de la media y desviación estándar de cada herramienta y en cada industria evaluada. Esto indicó que es importante la aplicación de las herramientas propuestas en este estudio científico en las empresas industriales analizadas y para futuros procesos operativos, debido a que los valores de la desviación estándar son menores a 0.05, que indica el 5% de error productos defectuosos. Por otro lado, se elaboró el análisis con el coeficiente de Cronbach, representado por una encuesta elaborada al personal directivo de las empresas industriales, donde se realizó este estudio científico y se muestra la encuesta en la tabla 4, junto con el análisis de una empresa industrial del ramo electrónico. Este análisis fue relevante en la toma de decisiones del uso de las herramientas de la industria 4.0 evaluadas en las diversas industrias donde se realizó la investigación. La encuesta fue elaborada al inicio del estudio científico, ilustrándose a continuación en la tabla 4 las preguntas elaboradas lo niveles de análisis (Si, No, No Se). Esta encuesta que se analiza fue realizada a un directivo de una encuesta a un directivo de una industria electrónica evaluada e instalada en la ciudad de Mexicali.

Criterios	Si	No	No Se
Consultas			
1. Considera importante el uso de herramientas de la industria 4.0 para la mejora de los procesos industriales?			
2. Cree que el personal de su empresa requería de capacitación especializada en el uso de las herramientas de la industria 4.0?			
3. Piensa que se necesitaría en su empresa para poder aplicar las herramientas de la industria 4.0?			
4. Considera que la tecnología e innovación puede ser parte de las herramientas de la industria 4.0?			
5. Cree Ud. que el uso de herramientas de industria 4.0 generaría un costo elevado?			
6. Piensa que los procesos de realidad virtual y realidad aumentada serían clave en la aplicación de herramientas de la industria 4.0?			
7. Considera que requerirá de nuevas contrataciones de personal especializado para la aplicación de herramientas de la industria 4.0?			
8. Cree que sería conveniente utilizar todas las herramientas de la industria 4.0 propuestas en esta investigación?			
9. Piensa que sería conveniente elaborar el gasto de capacitación al personal operativo y especializado de su empresa para el uso de herramientas de la industria 4.0?			
10. Considera que al aplicar las herramientas de la industria 4.0 se podrán incrementar los índices de productividad y calidad en su empresa?			

Tabla 4 – Evaluación del uso de herramientas de industria 4.0 en una industria electrónica de (2022)

Criterios	Si	No	No Se	AUHI4.0*	
				Si	No
Consultas					
1	2	3	2	2	1
2	2	2	1	2	2
3	3	3	1	3	2
4	1	1	2	2	2
5	2	2	3	2	3
6	2	1	2	3	3
7	1	2	2	3	2

Criterios	Si	No	No Se	AUHI4.0*	
				Si	No
Consultas					
8	2	3	1	2	2
9	3	2	3	2	2
10	1	1	2	3	2
Media (μ)	19/10 = 1.9	20/10 = 2.0	19/10 = 1.9	24/10=2.1	21/10=2.1
Var (S^2)	0.89	0.97	0.99	5.8	
$\sum S_i^2=2.45$					

*AUHI4.0. Análisis del Uso de Herramientas de la Industria 4.0 en actividades de manufactura de una industria electrónica de Mexicali (2022).

Categorización de concientización evaluada por el encuestador: (0) Malo, (1) Regular (1), Bueno (2)

K: El número de criterios = 3

S_i^2 : Sumatoria de Varianzas de los Criterios = 2.45

S_T^2 : Varianza de la suma de los Ítems = 5.8

α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

$\alpha = [(K)/(K-1)] * [(1-(S_T^2 / S_i^2))] = [3/ (3-1)] * [(1-(2.45/5.8)] = [3/2] * [1-0.42] = 1.5*0.58 = 0.86=86\%.$

Tabla 5 – Análisis de la encuesta realizada al personal directivo con el coeficiente de Cronbach (2022).

Como el resultado del análisis del coeficiente de Cronbach generó un valor mayor al 80% (86%), representa que es significativo la evaluación de este método estadístico, por lo que se considera de importancia según las opiniones de los directivos encuestados de las industrias donde se realizó la investigación de aplicar las herramientas de la industria 4.0 propuestas para este estudio científico.

4.3.Evaluación de nuevo dispositivo electrónico acoplado a sistema de cómputo

En este estudio científico fue diseñado, desarrollado y puesta en prueba un dispositivo electrónico que apoyo en gran medida para la aplicación de las seis herramientas de la industria 4.0 en esta investigación y que presento un mejoramiento en el incremento de los índices de productividad y calidad. El diagrama de bloques se presenta en la figura 5 y el sistema electrónico se ilustra en la figura 6 (que consta de componentes electrónicos básicos de bajo costo), presentándose enseguida en cinco etapas:



Figura 5 – Etapas de operación del Sistema electrónico acoplado a las seis herramientas de la industria 4.0 evaluadas.

El funcionamiento de las etapas del sistema electrónico se explica a continuación:

Etapa 1. Fuente de alimentación de energía, que es para el encendido del sistema electrónico.

Etapa 2. Proceso de detección de herramientas de la industria 4.0 para acoplarse.

Etapa 3. Es un indicador de que el sistema electrónico está operando eficientemente y acoplado de manera óptima.

Etapa 4. Actividad de acoplamiento con la recopilación de información de los sensores electrónicos de procesos industriales acoplados a un sistema electrónico y a un servidor.

Etapa 5. Etapa de verificación de la operación de acoplamiento adecuada del sistema electrónico al sistema de cómputo. .

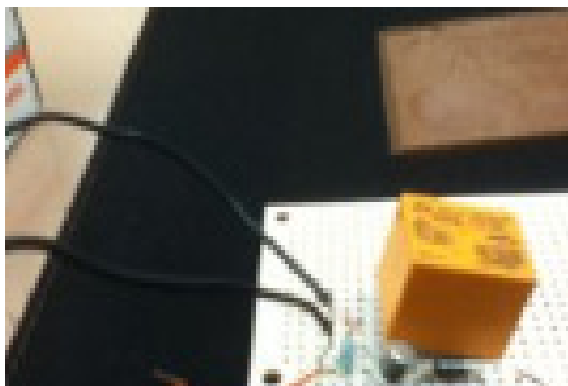


Figure 6 – Sistema electrónico acoplado a las herramientas de la industria 4.0

5. Conclusiones

Esta investigación recopiló información relevante por la generación de la información de interés para lograr la concientización del uso de las seis herramientas de industria 4.0 evaluadas en las diez empresas industriales de los ramos mencionados anteriormente. Esto logró originar un interés en el personal directivo y gerencial por el uso de estas herramientas, logrando incrementar los niveles de productividad y calidad de las diez industrias evaluadas. El sistema electrónico diseñado, desarrollado y puesta en prueba en las diez empresas industriales, para las seis herramientas de la industria 4.0 propuestas en este estudio científico. Esto apoyó en gran medida a mejorar tanto el flujo de proceso como los índices porcentuales de la productividad y calidad de cada industria donde se realizó la investigación, siendo de gran importancia para el personal directivo, gerencial y personal especializado. Esto indica que el uso de estas seis herramientas propuestas, son de gran utilidad, optimizando las actividades de manufactura, siendo la herramienta de internet industrial de las cosas, la de mayor relevancia, y la que fue más utilizada, siendo un auge en esta región industrial, y generando los procesos de enseñanza-aprendizaje de capacitación especializada, de la utilización adecuada de las herramientas de la industria 4.0. La investigación muestra la importancia de utilizar las

herramientas propuestas, que influyen en el desarrollo de las operaciones de una manera eficiente, rápida y con seguridad, evitando que puedan ocurrir accidentes de trabajo y así incrementar los índices porcentuales de productividad y calidad y con ello seguir aumentando conforme se pueda conocer más de las herramientas de la industria 4.0 aplicadas en las industrias evaluadas y ser parte para otro tipo de empresas industriales de la ciudad de Mexicali, de la región noroeste de la República Mexicana y a otras zonas de nuestro país.

Referências

- Almada L. (2016). Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management, JIM* 3, 4 16-21.
- Araque González, Gustavo Andrés; Gómez Vásquez, Mauricio; Vélez Uribe, Juan Pablo; Suárez Hernández, Albeiro Hernán (2021). Big Data y las implicaciones en la cuarta revolución industrial - Retos, oportunidades y tendencias futuras *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 26, núm. 93, 2021, Universidad del Zulia, Venezuela.
- Banda R. (2014). Impacto de la manufactura inteligente en la industria y la academia. Cuartas Jornadas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Américas. Cordicyt Ecuador, Quito, pp. 46-56.
- Chen, M., Mao, S. y Liu, Y. (2014a). Big data: a survey. *Mobile Networks and Applications*, 19 (2), 171–209.
- Chen F., Deng P., Wan J., Zhang D., Vasilakos A., Rong X. (2014b) Data mining for the internet of things: literature review and challenges. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 103-146.
- Christopher M., Holweg. M. (2011). Supply Chain 2.0: managing supply chains in the era of turbulence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41 (1), pp. 63-82.
- Edwin Barrientos-Avendaño1Frazzon E., Hartmann J., Makuschewitz T., ScholzReiter, B. (2013). Towards socio-cyber-physical systems in production networks. In *Proceedings of the 46th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 49–54.
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE (2016), 3928-3937.
- IMAQ (2022). Reporte de la Industria Maquiladora de Mexicali, pp. 89 (2022).
- Hardin J., Klope, L. (2017). Statistical analyses, *Current Protocols* 14: A.4A.1–A.4A.32, .
- Lakens D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs, *Frontiers in Psychology* 4:863,
- Lasi H., Fettke P., Feld T., Hoffmann M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6 (4), 239-242.
- Lu Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.

- Muhammad A., Khoirunnisa N., Supahar S. (2021). Effect of Variability on Cronbach Alpha Reliability in Research Practice, Vol. 17, No.2, January 2021, pp. 13-22.
- Ning H., Liu H. (2015). Cyber-physical-social-thinking space-based science and technology framework for the Internet of things. *Science China Information Sciences*, 58, 1-19.
- Nieuwenhuis S., Forstmann B., Wagenmakers E. (2011). Erroneous analyses of interactions in neuroscience: a problem of significance, *Nature Neuroscience*, 14:1105–1107.
- Riedl M., Zipper H., Meier M., Diedrich C. (2014). Cyber-physical systems alter automation architectures. *Annual Reviews in Control*, 38, (1), 123–133.
- Rico-Bautista Dewar, Maestre-Góngora Gina Paola, Guerrero Cesar D., Medina-Cárdenas Yurley, Areniz-Arévalo Yesenia, Sanchez-Velasquez María Camila (2021). Universidad inteligente: Factores claves para la adopción de Internet de las Cosas y Big Data, *Revista Iberica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, Vol 41, 03-022021, pp. 63-79.
- Ríos-Ramírez Lilia Concepción, Pérez Olguín Ivan Juan Carlos, Pérez Domínguez Luis (2019). Tendencias actuales de la industria 4.0, *Revista Reflexiones Contables (Cúcuta)*, 2 (2), pp 8-26.
- Roblek V., Meško M., Krapež A. (2016). A Complex View of Industry 4.0 *SAGE Open*, 2 (6), pp. 1-11.
- Rümann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M. Jan Justus J., Engel J., Harnisch M. (2016). *Industry 4.0: Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group.
- Sommer L. (2015). Industrial revolution—Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8, 1512-1532.
- Schmidt R., Möhring M., Härting R., Reichstein, C., Neumaier P., Jozinović P. (2015). Industry 4.0- potentials for creating smart products: Empirical research results. In W. Abramowitz (Ed.), *Business information systems* Springer, 16-27.
- Schlechtendahl J., Keinert M., Kretschmer F., Lechler, A., Verl A. (2015). Making existing production systems Industry 4.0-ready. *Prod. Eng. Res. Devel.* 9, 143-148.
- Tao F., Zuo Y., Xu L., Zhang L. (2014). IoT-Based intelligent perception and access of manufacturing resource toward cloud manufacturing,” *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10 (2), 1547–1557.
- Vijaykumar S., Saravanakumar S., Balamurugan M. (2015). Unique sense: smart computing prototype for industry 4.0 revolution with IOT and bigdata implementation model. *Indian J. Sci Technol.* 8 (35), 1-4.
- Wang L., Wang X., Gao L., Váncz J. (2014b). A cloud-based approach for WEEE remanufacturing. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 63(1), 409-412.

- Wan J., Zhang D., Zhao S., Yang L., Lloret J. (2014). Contextaware vehicular cyber-physical systems with cloud support: architecture, challenges, and solutions. *IEEE Communications Magazine*, 52 (8), 106–113.
- Wang S., Wan J., Li D., Hang C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook, *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, 2016, 681-706.
- Warrens M. (2015). Some relationships between Cronbach's Alpha and the Spearman-Brown formula. *Journal of Classification*, pp 32-48.

Aplicación de Tecnologías de Información para evaluación y mejora de la accesibilidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje para personas con síndrome de Asperger: Un análisis bibliométrico

Erika Reina-Guaña¹, Carlos Hernández²

epreina@istluistello.edu.ec; carlos.hernandez@pucep.edu.pe

¹ Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, 080116, Esmeraldas, Ecuador.

² Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 15088, Lima, Perú.

Pages: 130-149

Resumen: Las personas con síndrome de Asperger requieren asistencia en los procesos de aprendizaje mediados por la tecnología; por tanto, la selección de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) debe basarse en datos que evidencien la accesibilidad del usuario. El objetivo de este estudio es describir y verificar la evolución científica relacionada con evaluaciones de accesibilidad en EVAs para personas con síndrome de Asperger. La metodología es un análisis bibliométrico que consta de cinco fases desarrolladas en función de la información de la base de datos Scopus. Se analizaron 31 documentos considerando indicadores de cantidad y calidad. En los resultados se evidenció que las investigaciones se centran en el desarrollo de aplicaciones y entornos virtuales inclusivos y solo el 19,35% se especializa en el síndrome de Asperger. Se concluye acerca de la necesidad de ampliar la investigación hacia otros entornos virtuales, ya que empieza a ser de interés para la comunidad educativa, entorno a la inclusión pedagógica sobre el síndrome de Asperger.

Palabras-clave: Evaluación de Accesibilidad; Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA); Síndrome de Asperger; Vigilancia Tecnológica; Bibliometría.

Application of Information Technologies for the evaluation and improvement of accessibility in Virtual Learning Environments for individuals with Asperger's Syndrome: A bibliometric analysis

Abstract: People with Asperger Syndrome require assistance in learning processes mediated by technology; therefore, the selection of a Virtual Learning Environment (VLE) should be based on data evidencing user accessibility. The aim of this study is to describe and verify the scientific evolution related to accessibility evaluations in VLEs for people with Asperger Syndrome. The methodology is a bibliometric analysis consisting of five phases developed based on information from the Scopus database. Thirty-one documents were analyzed considering quantity, quality and structure indicators. The results showed that research is focused on the development

of inclusive applications and virtual environments and only 19,35% of them are specialized in Asperger's Syndrome. It is concluded about the need to expand research to other virtual environments, since it is beginning to be of interest to the educational community, around pedagogical inclusion on Asperger's Syndrome.

Keywords: Accessibility Evaluation; Virtual Learning Environment (VLE); Asperger Syndrome; Technological Vigilance; Bibliometrics.

1. Introducción

La sociedad moderna integra tecnología y ordenadores desde la primera infancia, utilizándolos como parte de su cotidianidad. Esta interacción digital potencia la actividad cognitiva, mejora la concentración y estimula el aprendizaje. Además, la tecnología tiene un impacto significativo en las personas con necesidades especiales (Tahchidi et al., 2020; Zhu et al., 2019).

Los estudiantes con síndrome de Asperger presentan necesidades educativas especiales, como dificultades en la grafía, lectura, escritura y socialización. Además, requieren un componente social en sus tratamientos. Según el DSMV, el síndrome de Asperger es un Trastorno del Espectro Autista de grado 1, caracterizado por distintas formas de interacción, comportamientos repetitivos y expresión emocional (García et al., 2019; González-Alba et al., 2019; Lorenzo, 2022; Ramírez, 2020). Por lo tanto, los ordenadores y la interacción con entornos virtuales, son herramientas que potencian las habilidades sociales de los estudiantes con síndrome de Asperger mejorando sus habilidades comunicativas, sociales, cognitivas y de aprendizaje autónomo. (Carrillo, 2022; Marcaya & Jadán, 2020; Neale et al., 2002; Requena, 2021; Zhu et al., 2019).

La accesibilidad a entornos virtuales de aprendizaje es un tema de alto impacto para la inclusión. Un estudio de Bastos et al. (2020) en Scopus analizó la literatura internacional, identificando países, universidades, áreas de impacto, autores, revistas y palabras clave. Se empleó una metodología descriptiva cuantitativa-cualitativa y encuestas sobre contenido y teoría relevante. En este contexto, la revisión de la literatura destaca la falta de información sobre entornos virtuales accesibles. Se requiere especialización para seleccionar un EVA de calidad que satisfaga las necesidades del síndrome de Asperger (Bolino & Harari, 2016; Díaz, 2018; Gabbard et al., 1999; Peñaloza & Esteban, 2017; Kientz et al., 2020; Tamsio, 2018).

Desde esta perspectiva, la bibliometría es una técnica que se utiliza para analizar la evolución de un campo de conocimiento y caracterizar su contenido científico (Barcia & González, 2021) identificando el estado actual y evolución de una investigación a través del análisis de productividad y mapeo científico. Los resultados obtenidos proporcionan datos cualitativos y cuantitativos para proponer tendencias futuras y tomar decisiones científicas (Cuevas-Molano et al., 2019; Lorenzo, 2022; Pineda, 2015; Nowparvar et al., 2021; Serra et al., 2021; Wen-Song & Ching-Yi, 2021). En esta línea VOSviewer es una herramienta de análisis Bibliométrico que construye y visualiza redes bibliométricas que facilitan la interpretación de la información (Van & Waltman, 2022). Asimismo, Bibliometrix R Package es un software de código abierto con herramientas estadísticas y mapeo de datos, que incluye la interfaz web Biblioshiny para importar y filtrar datos de Scopus o Web of Science (Agbo et al., 2021; Chang et al., 2022; Gamage et al., 2022).

Por lo tanto, el presente estudio propone analizar los vínculos y la evolución de la producción científica indexada y publicada en la base de datos Scopus sobre evaluaciones de accesibilidad para personas con síndrome de Asperger en entornos virtuales de aprendizaje, procesando la información con el software Vosviewer, R y la librería Bibliometrix, de modo que los resultados evidencien cuales son las temáticas que deben abordarse para futuros enfoques, profundizando en la diversidad de los EVAs (Cuevas-Molano et al., 2019; Pineda, 2015; Serra et al., 2021; Nowparvar et al., 2021).

Para dirigir la implementación de este estudio se plantean las siguientes preguntas de investigación.

1. ¿Cuáles son las áreas de conocimiento de mayor producción documental?
2. ¿Cuál es el periodo que presenta una mayor producción de documentos y el número de artículos en dicho periodo?
3. ¿Cuál es el número de citas que se producen en el periodo de mayor producción de documentos?
4. ¿En qué periodos de la producción documental se tiene un mayor índice de inmediatez?
5. ¿Cuáles son los países vinculados que presentan la mayor producción documental?
6. ¿Los países más productores disponen de los mayores centros de investigación sobre el tema?
7. ¿Cómo influye el acoplamiento bibliográfico a través del análisis de cocitación en la interconexión y difusión del conocimiento y cuál es el papel de los posibles clústeres colaborativos e independientes?
8. ¿Cuántos documentos han sido generados por los autores más productivos y cuál es la institución a la que pertenecen?
9. ¿La distribución de frecuencias es una representación considerable sobre la evolución de la productividad científica de los autores en la temática de estudio?
10. ¿Cuántos autores están vinculados entre sí y cuál es el autor que tiene el mayor número de documentos vinculados?
11. ¿Cuál es el número de revistas que presentan índices de calidad con base en el SJR (Scimago Journal & Country Rank) y en qué cuartil están situadas?
12. ¿Cuáles son las revistas que forman parte del conjunto de revistas núcleo mediante la ley de Bradford? y en cuántas zonas están divididas de acuerdo con el total de producción documental?
13. ¿Cuáles son las palabras clave en los documentos que disponen de un mayor número de coocurrencia y a qué aspectos del tema de investigación están direccionados?

A continuación, se presentará en la sección 2 la metodología utilizada en la investigación; en la sección 3, se indican y discuten los resultados obtenidos; y finalmente, en la sección 4 se ofrecen algunas conclusiones, las limitaciones del estudio y se describe el trabajo futuro.

2. Metodología

Para responder a las preguntas de investigación se utiliza la técnica bibliométrica denominada flujo de trabajo estándar para la cartografía, con base en el trabajo de

Lorenzo (2022) y Suárez & Pérez-Anaya (2018) por permitir evaluar la calidad de la producción, divulgación y tratamiento científico del tema e identificar parámetros e indicadores relacionados con el crecimiento conceptual del objeto de estudio. Desde este planteamiento se establecieron cinco fases. La primera fase es el diseño de investigación, consta de la selección de los indicadores bibliométricos y delimitación del periodo de investigación. La segunda fase es la extracción de datos que abarca la selección de la base de datos y extracción de la metadata a partir de criterios de inclusión y exclusión. En la tercera fase que corresponde al análisis de datos se especifica la selección del software para el análisis bibliométrico y se analizan los datos capturados a partir de los indicadores bibliométricos. La cuarta fase es la visualización de los datos que estructura el mapeado científico a través del software bibliométrico. Finalmente, la quinta fase que aborda la interpretación de los datos a partir de los parámetros obtenidos del software bibliométrico.

2.1. Diseño y Procedimiento

En la primera fase se establecen los indicadores bibliométricos y el periodo de tiempo, que definen la estructura intelectual y la validación conceptual y social de una comunidad científica (Lorenzo, 2022). En cuanto a las técnicas bibliométricas, se seleccionaron un conjunto de indicadores bibliométricos enfocados al análisis de: área de conocimiento, número de artículos, número de citas e índice de inmediatez, países e instituciones con alta producción documental, acoplamiento bibliográfico, distribución de frecuencias de productividad científica, producción de citaciones, número y calidad de revistas publicadas, ley de Bradford, y palabras clave de alta coocurrencia. El periodo de producción analizado está comprendido entre 2001 y 2023. En la segunda fase, se realizaron consultas en diversas bases de datos como Scopus, Web of Science (Clarivate, 2023), Springer (Springer Nature Switzerland, 2023), Google Scholar, Carrot2 (Osiński & Weiss, 2023) y Biznar (Deep Web Technologies, 2023), en el periodo de octubre 2021 a mayo 2023. Se optó por la base de datos Scopus, debido a que incorpora un catálogo más amplio en cobertura temporal de revistas con un enfoque en la accesibilidad y varias técnicas de evaluación para entornos virtuales de aprendizaje adaptados a necesidades especiales, como el síndrome de Asperger (Bastos et al., 2020; Peirats et al., 2019). Además, Scopus ha sido utilizada para el análisis de la literatura científica relacionada con la mejora de las habilidades sociales en alumnos con TEA tal como indica Lorenzo (2022). Por otra parte, Scopus incluye información relevante de los documentos y le asigna múltiples categorías temáticas a cada uno, lo que facilita el análisis y clasificación eficiente del tema. Como fundamento de la necesidad de esta revisión, se llevó a cabo un riguroso proceso de exploración, búsqueda, selección y análisis individual exhaustivo de los datos obtenidos con las bases de datos indicadas.

Posterior a la selección de la base de datos, se aplican puntos clave de la metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) con base en Lorenzo (2022) y Page et al. (2021) para filtrar y estructurar rigurosamente la producción científica. Los autores de la investigación participan en la técnica para evitar sesgos en la selección de documentos (Bueno-Álvarez et al., 2022; Roig-Vila & Moreno-Isac, 2020).

El proceso de filtración documental se divide en cuatro fases, según lo indicado en PRISMA (Lorenzo, 2022; Page et al., 2021; Peirats et al., 2019). La primera fase consiste en la

búsqueda y exploración de documentos, donde se define la estrategia de búsqueda. En la segunda fase, denominada “Screening”, se aplican los criterios de inclusión y exclusión. La tercera fase implica el análisis temático de la información obtenida, conocida como “Elegibilidad”, mientras que la cuarta fase, llamada “Inclusión”, establece la dimensión final de la muestra. Las etapas tres y cuatro del diseño metodológico se detallan en la sección 2.2, mientras que la etapa cinco en la sección 3. A continuación se describen cada una.

2.1.1. Estrategia de búsqueda

Con el objetivo de proporcionar un alto rigor científico las palabras clave fueron obtenidas del tesoro UNESCO, seleccionando los términos: Virtual Learning Environments (Entornos Virtuales de Aprendizaje), Accessibility in Virtual Learning Environments (Accesibilidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje), virtual learning (Aprendizaje Virtual), Asperger Syndrome Accessibility (Accesibilidad para el Síndrome de Asperger) y Software for Asperger Syndrome (Software para el Síndrome de Asperger).

Al introducir los términos seleccionados se procedió a la descarga de los datos aplicando la ecuación de búsqueda diseñada: Ecuación 1: (((“virtual” OR “learning” OR “aprendizaje” OR “accesibilidad” OR “accessibility” OR “evaluacion” OR “evaluation” OR “entorno” OR “environment”) AND “software” AND “asperger”))). La fase 1 del estudio obtuvo un total de 31 documentos registrados en Scopus durante el periodo de producción de 2001 a 2023. Para validar la idoneidad de la ecuación de búsqueda en Scopus, se incluyeron los términos “software” y “asperger” para centrar el tema. Las búsquedas se realizaron en campos como “article”, “title”, “abstract” y “keywords” siempre que la base de datos lo permitiera. Además, se desarrolló una segunda ecuación de búsqueda utilizando la herramienta Biznar debido a las limitaciones de los operadores booleanos AND y OR. Ecuación 2: “accessibility evaluation for virtual learning environments focus on Asperger Syndrome and software”.

2.1.2. Criterios de inclusión y exclusión

En la fase 2 denominada “Screening”, se establecieron criterios de inclusión para la revisión. Estos criterios incluyeron el idioma de publicación, tipo de revistas, tipo de artículo y fecha de publicación entre el 1 de enero de 2001 y el 30 de mayo de 2023. La elección de la fecha de inicio se basó en el estudio de Silver & Oakes (2001) que utilizó un programa informático para enseñar a las personas con autismo y síndrome de Asperger a identificar emociones.

2.1.3. Recogida y análisis de datos

La búsqueda en Scopus resultó en 31 registros para la fase de “Elegibilidad”. Se utilizaron herramientas adicionales como Carrot2, Biznar y Google Académico, obteniendo 74, 491 y 1890 registros respectivamente. Cabe indicar que en Google académico se aplicó un rango de fechas entre 2017 y 2023 y limitado a artículos en español sin citas. Además, se identificaron estudios elegibles, destacando una publicación relevante en 1997 (Scaife et al., 1997) como apoyo teórico. Las palabras clave utilizadas fueron “virtual”, “learning”, “environment”, “Asperger” y “accessibility”, generando un total de 2096 registros. Se aplicaron criterios de exclusión (se filtró por el tipo “artículos” y disciplina “Ciencias de

la computación”) en las bases de datos Web of Science y Springer, resultando en 18 y 57 documentos respectivamente.

En la fase de “Inclusión”, se eliminaron duplicados y se analizaron los resúmenes para seleccionar artículos relacionados con evaluaciones de entornos virtuales para personas con síndrome de Asperger. Tras resolver discrepancias, se obtuvieron 29 registros (9 de Carrot2, 5 de Google Académico, 6 de Scopus, 4 de Web of Science y 5 de Springer). Estos registros se utilizaron como parte de la revisión de la literatura. Únicamente los 6 documentos seleccionados de Scopus forman también parte de la muestra total para el análisis bibliométrico de este estudio. Finalmente, en la figura 1 se presenta el diagrama de flujo que se ha implementado siguiendo la declaración PRISMA (Lorenzo, 2022; Page et al., 2021).

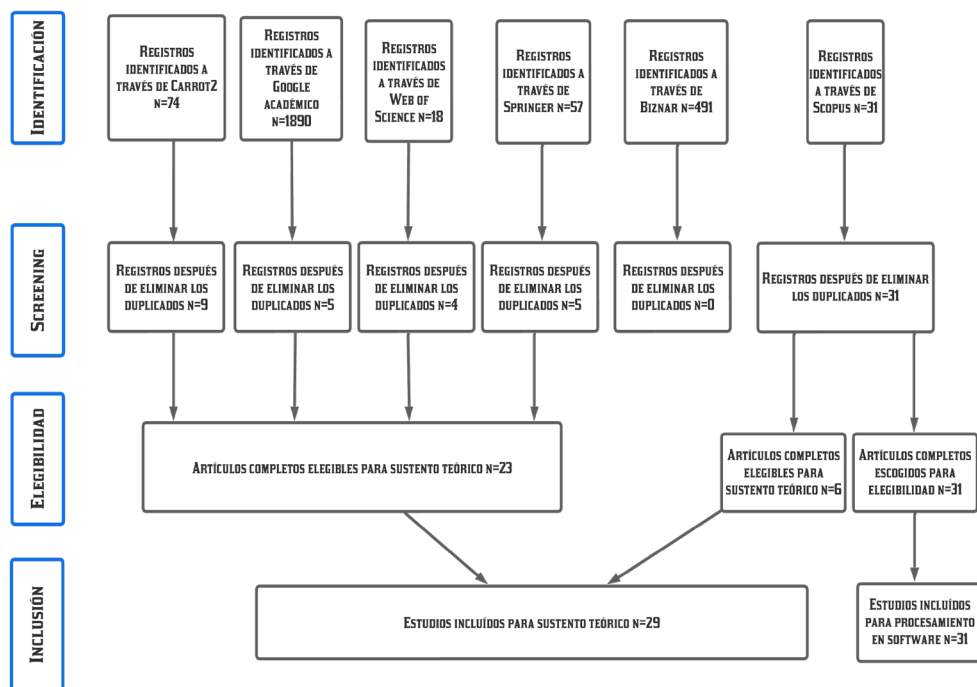


Figura 1 – Diagrama de flujo con base en la declaración PRISMA

2.2. Análisis de datos

Se utilizaron las herramientas VOSviewer y Bibliometrix para el análisis de datos bibliométricos, cuantitativos y de redes. Se aplicaron parámetros de búsqueda para evaluar los indicadores establecidos previamente. Estos enfoques fueron respaldados por los trabajos de Andrade-Valbuena et al. (2022), González et al. (2021), Lorenzo-Lledó et al. (2019), Lorenzo & Scagliarini (2018), Paz & Betancourt (2018).

3. Resultados y discusión

Se seleccionaron 31 documentos de la base de datos Scopus y se utilizaron descriptores específicos para el análisis bibliométrico. La mayoría de la información obtenida con Carrot2 estaba relacionada con temas diferentes al estudio por lo que solo se consideraron 9 documentos. Los resultados de Biznar duplicaron los documentos encontrados con Carrot2, por lo que no se agregaron. Los documentos de Google Académico se analizaron y se seleccionaron manualmente 5, que contenían las palabras clave “asperger”, “accesibilidad” y “entorno virtual de aprendizaje”. Los indicadores bibliométricos utilizados son de cantidad y calidad. Según Valencia-Arias et al. (2020) los de cantidad miden la productividad en términos del número de publicaciones, mientras que los de calidad evalúan el impacto de la investigación a través de las citas recibidas.

3.1. Análisis de la producción científica en función al área de conocimiento

El área de conocimiento de Ciencias de la Computación como se visualiza en la figura 2, contiene la mayor cantidad de documentos relacionados con el tema, representando el 17,6%. Aspecto que no resulta extraño considerando el área al que atañe el tema de estudio. Las demás áreas tienen una presencia más baja y equitativa, ya que el tema no se enfoca únicamente en aspectos tecnológicos, sino que también aborda aspectos sociales y de la salud según Gamage et al. (2022) y Grefa (2022).

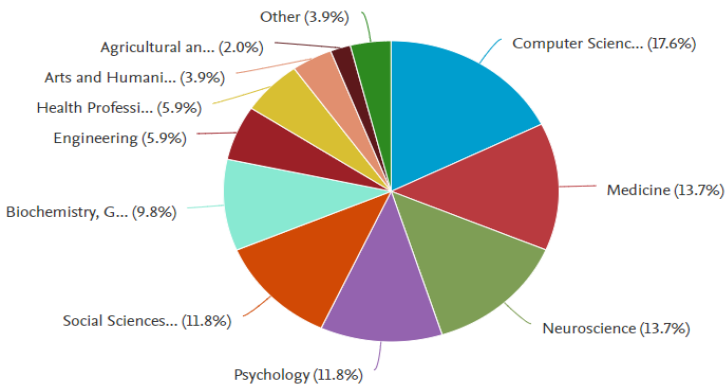


Figura 2 – Áreas de conocimiento vinculadas

3.2. Número de artículos publicados por año de publicación

La producción científica relacionada con el tema ha sido discontinua entre 2001 y 2023, tal como se observa en la figura 3; con años sin publicaciones en 2004, 2014, 2017 y 2023. Sin embargo, se destaca un aumento en el número de trabajos en 2011 y 2022 con 3 y 4 documentos respectivamente. A partir de 2018 hasta 2022 las publicaciones han sido constantes, lo que sugiere que la producción seguirá creciendo o manteniéndose en los próximos años, según Manta et al. (2020). Esto se debe a la importancia de evaluar constantemente las necesidades educativas.

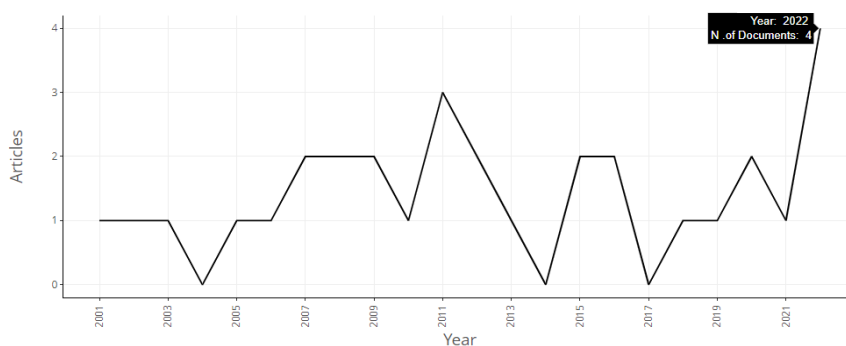


Figura 3 – Avances de investigaciones por años

3.3. Número de citas por año de publicación e índice de inmediatez

Como se puede evidenciar en la figura 4, la evolución en el tiempo del número de citas por año de publicación presenta un aumento sostenido a partir de 2014, con una ligera disminución en 2018 y 2020. Los años destacados son 2019, 2021 y 2022 con 133, 129 y 113 citas respectivamente, representando el 29% del total de la producción. Los años 2019 y 2021 cuentan con un único documento publicado, mientras que el año 2022 ha destacado con la publicación de 4 documentos. Esta distribución refleja un incremento significativo en la producción académica durante el último año, lo que evidencia el compromiso y la dedicación de la comunidad investigadora en la generación de conocimiento (Manta et al., 2020).



Figura 4 – Citas por año de publicación

De acuerdo con los resultados previos se pudo analizar que el artículo más citado es el de Silver (2001) con 288 citas y un promedio anual de 12,57 citas. En segundo lugar, el de Rynkiewicz et al. (2016) con 167 citas y un promedio de 20,88 citas. El artículo menos

citado es el de Thomeer et al. (2015) con 29 citas y un promedio anual de 3,22 citas. Se puede calcular el índice de inmediatez al analizar la cantidad de citas recibidas en un año y dividir las por el total de artículos publicados en ese año, según Ranjan (2017) y Salvador-Oliván & Agustín-Lacruz (2015). Los años con un índice de inmediatez alto son 2018, 2019 y 2021. En contraste, se presenta valores nulos en 2001, 2004, 2014 y 2017 y los valores más bajos se encuentran en 2002, 2003 y 2007, por debajo de 10. El año 2019 destaca con el índice más alto de 133, coincidiendo con una mayor productividad de citas. Sin embargo, se contrasta con lo indicado por Lorenzo-Lledó et al. (2019) y Ranjan (2017) cuando se presenta una cantidad más alta de artículos, los investigadores tienden a citar varios documentos, dando lugar a un índice bajo. En este estudio se evidenció que, por la poca cantidad de literatura publicada, los usuarios tienden a citar los artículos disponibles sobre la temática y el tiempo que transcurre para que un artículo sea citado es menor.

3.4. Análisis de la producción científica en función de los países productores

Se identificaron 19 países con mayor producción científica en relación con el tema de interés, agrupados en 3 clústeres como se visualiza en la figura 5. El cluster 1 incluye a Finlandia, Grecia, Países Bajos y Estados Unidos; el cluster 2 a Alemania, Italia y Polonia y España y Reino Unido el cluster 3. Estados Unidos destaca con 12 documentos, seguido por Reino Unido con 6, y Australia y España con 3 cada uno. Los demás países están por debajo de lo indicado. Los clústeres establecidos muestran como los países están vinculados por la participación de los autores en la investigación. No sorprende, por tanto, que Estados Unidos al disponer de la sede internacional de la W3C sea el país con el mayor número de trabajos relacionados (Bastos et al., 2020; W3C, 2013).



Figura 5 – Documentos publicados por países

3.5. Análisis de la producción científica en función de los países e instituciones de procedencia de los archivos

En cuanto a los países productores que poseen los mejores centros de investigación sobre el tema; destacan 27 instituciones americanas de 49 analizadas. La Universidad del Estado de San Diego lidera con 10 artículos publicados, seguida por Canisius College y University at Buffalo con 4 publicaciones. Estas instituciones enfrentan mayores desafíos debido a la influencia de la sede de la W3C en Estados Unidos y las leyes que fomentan el desarrollo de herramientas tecnológicas para la comunicación inclusiva (Pincay, 2018).

3.6. Acoplamiento bibliográfico

En el estudio de cocitación se identificaron 10 vínculos de colaboración. En la figura 6 se visualiza los 3 clústeres que representan la vinculación en la que al menos una

fuente citada se encuentra en la lista de referencias de otros dos artículos adicionales (Soh & Mohamad, 2021). Sin embargo, existe 1 cluster independiente que contiene dos nodos, a esto se lo denomina según Patron et al. (2014) como “peatones”, dado que no se encuentran conectados con otros nodos. Sin embargo, el cluster aislado contiene al autor Baron-Cohen con el mayor número de publicaciones (2), lo que indica que está siendo citado de manera individual; por lo tanto, existe una baja frecuencia de cocitación con el autor Zacks J.M.

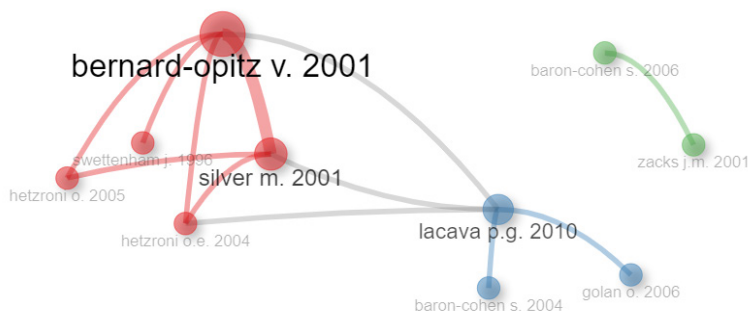


Figura 6 – Red de Cocitación

En línea con lo indicado, en la figura 7 se presentan los 3 autores más productivos de un total de 106, entre los que destacan Baron-Cohen S., El Kaliouby R. y Picard R. con 2 documentos cada uno y una productividad de 2% respectivamente, el resto de autores cuentan con 1 documento publicado y una productividad de 1%, pero con redes de coautoría consistentes.

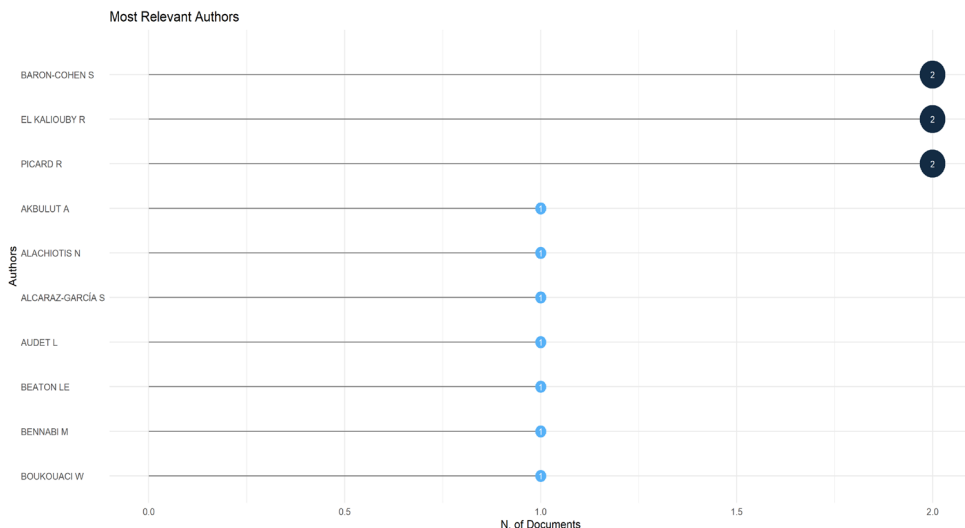


Figura 7 – Documentos publicados por autor

La figura 8 muestra la relación entre los autores, su filiación y los documentos publicados. Destacan el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) con el autor Picard R. y Kaliouby R.; la Universidad de Cambridge con el autor Baron-Cohen S. y el Graden Center con el autor Goodwin Matthew. No sorprende que, a excepción de la Universidad de Cambridge, las instituciones estén ubicadas en Estados Unidos, ya que lideran el ranking de países con más documentos publicados en Scopus (Bastos et al., 2020).

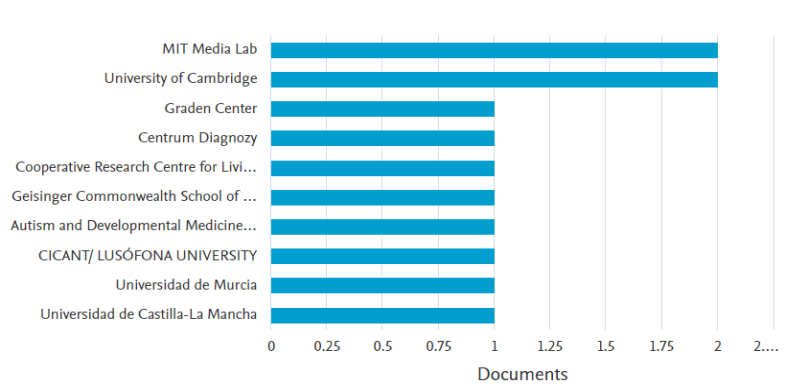


Figura 8 – Documentos publicados por afiliación

3.7. Ley de Lotka

Se evaluó el cumplimiento de la Ley de Lotka para determinar la distribución de frecuencias de la productividad científica por número de autores. Los resultados, presentados en la figura 9 y tabla 1, indican que el conjunto más prolífico está compuesto por publicaciones con un menor número de autores (3), según la estimación realizada por Soh & Mohamad (2021).

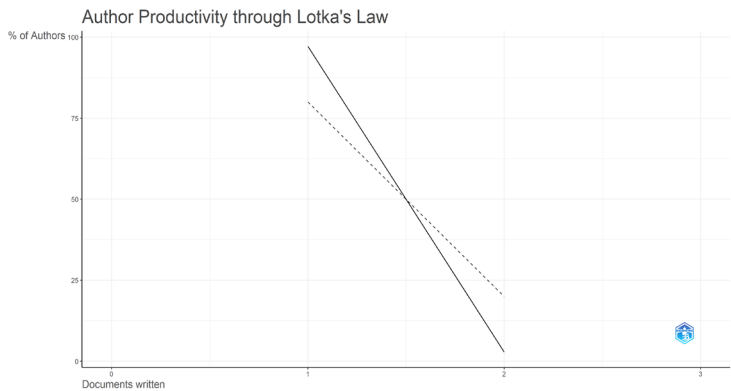


Figura 9 – Productividad de los autores según la Ley de Lotka

Documentos escritos	Número de autores	Proporción de los autores
1	103	0,972
2	3	0,028

Fuente: Bibliometrix con datos de Scopus (Elsevier, 2023)

Tabla 1 – Frecuencia de publicaciones por autores

3.8.Red de citaciones

En la figura 10, se observa la red de conexiones entre los autores de cara a las citas, tomando como unidad de análisis los documentos. También la proximidad entre los nodos representa el nivel de vinculación e integración en sus trabajos (Hernández & González, 2017; Paz & Betancourt, 2018).

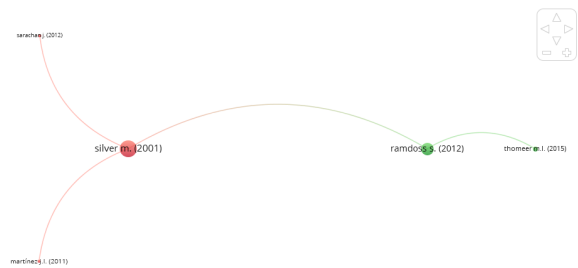


Figura 10 – Red de citaciones

A partir de lo expuesto, 24 de los 31 documentos se filtraron por mínimo 1 citación a 1 documento. Como resultado solo 5 autores están vinculados entre sí; siendo Silver (2001) el de mayor peso con 3 enlaces de citación, mientras que el resto de los documentos no aparecen en el grafo debido a que no están siendo citados entre el universo de los 31 documentos; no obstante, son referenciados por otros trabajos que no pertenecen al grupo analizado.

3.9.Calidad de las revistas

El análisis reveló que, del total de 27 revistas, 26 (96,30%), están indexadas en el SJR (Scimago Journal & Country Rank), mientras que CSEDU 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Supported Education (3,70%) no se encontró en el SJR. A su vez, 20 corresponden a Journals y 7 a Conferences and Proceedings. De acuerdo con el factor de impacto de los Journals; 12 se encuentran en el Q1, 6 en el Q2, 1 en el Q3 y 1 no está situada en ningún cuartil.

3.10. Ley de Bradford

En este apartado se presenta la clasificación de revistas científicas vinculadas al tema con base en la Ley de Bradford (Bradford, 1934; Lorenzo-Lledó et al., 2019) que permite

establecer varias secciones con respecto a su nivel de productividad. En la figura 11 se presentan las revistas principales (núcleo) enfocadas con mayor prioridad al tema y las diversas zonas. Las revistas principales están separadas en la sección gris, a diferencia del resto de zonas con el color más claro (Srisusilawati et al., 2021).

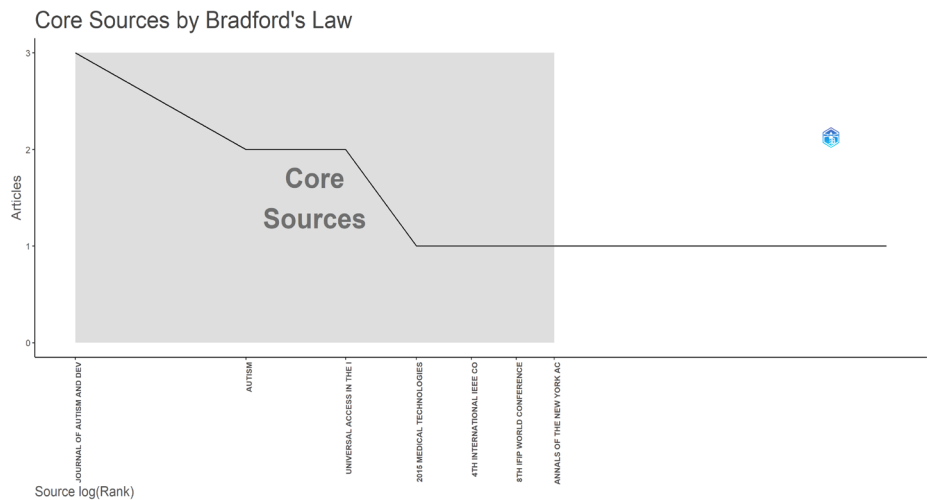


Figura 11 – Productividad de las revistas según la Ley de Bradford

Para concluir este apartado, Lorenzo-Lledó et al. (2019) precisan que las revistas principales como se visualiza en la tabla 2 se pueden establecer como aquellas que cuentan con el 50% de las citas.

Revista	Citas	Porcentaje
1	3	9,66%
2	2	6,45%
3	2	6,45%
4	1	3,23%
5	1	3,23%
6	1	3,23%
7	1	3,23%
8-27	1	3,23% cada una

Fuente: Elaboración propia con datos de Scopus y Bibliometrix (Elsevier, 2023; Aria & Cuccurullo, 2017)

Tabla 2 – Citaciones de las revistas según la Ley de Bradford

Con base en los datos de la tabla 3, la media de citas es de 1,15 citas por revista. Las revistas principales definidas por la Ley de Bradford tienen una media de 1,57 citas y la primera y la segunda zona 1 cita.

Zonas	Revistas	Porcentaje de citas
Núcleo	7	35,48%
Zona 1	10	32,26%
Zona 2	10	32,26%

Fuente: Elaboración propia con datos de Scopus y Bibliometrix (Elsevier, 2023; Aria & Cuccurullo, 2017)

Tabla 3 – Zonas de Bradford

3.11. Frecuencias de palabras en los documentos analizados (Red de coocurrencia)

Se identificaron 539 palabras clave como se presenta en la figura 12, luego, al depurar la búsqueda debido a la poca cantidad de artículos encontrados se consideró las que presentaban un número mayor o igual que 2 frecuencias, de esta forma se desplegaron 99 palabras clave en un sistema de conexiones constituido por 5 clústeres diferentes. Los términos con el mismo color, de acuerdo con Wan y Ali (2021) refieren aquellos que se presentan juntos, de esta forma las búsquedas se optimizan para dar una mayor amplitud al tema. Las variables vinculadas más representativas son: (a) síndrome de Asperger, (b) niños, (c) estudio controlado, (d) autismo y (e) software.

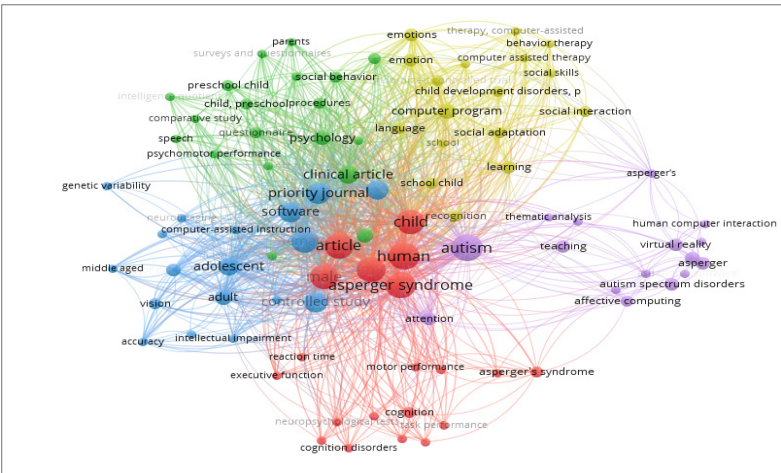


Figura 12 – Mapa de Coocurrencia de palabras clave

4. Conclusiones

El análisis bibliométrico muestra el estado actual de las investigaciones sobre evaluaciones de accesibilidad en entornos virtuales de aprendizaje para personas con síndrome de Asperger. Aunque se han realizado trabajos sobre la aplicación de entornos virtuales en niños autistas, es una oportunidad para la investigación, la falta de recursos

relacionados con el diseño y utilización de entornos virtuales destinados a adolescentes y adultos con síndrome de Asperger (Cocunubo-Suárez et al., 2018). Esta oportunidad se evidencia en los 6 documentos especializados en el síndrome obtenidos de Scopus, que representan el 19,35% del total de los 31 documentos procesados.

Además, resulta notable la falta de proyectos que contemplen la participación activa de usuarios con Asperger durante las etapas de diseño. Estas brechas proyectan la necesidad de profundizar en este campo para abordar las necesidades específicas de esta población y promover su inclusión en diversos entornos virtuales de aprendizaje.

Por último, cabe mencionar, como principal limitación de la revisión sistemática llevada a cabo en este artículo, que el número de documentos seleccionado de la producción indexada en Scopus es limitado; sin embargo, la producción a partir del 2018 comienza a ser constante y está más conectada con la realidad actual.

Como futuras líneas de investigación se plantea la posibilidad de analizar las evaluaciones de accesibilidad dirigidas a otros entornos virtuales para personas con síndrome de Asperger, de tal forma que se exploren las diversas necesidades y así afrontar una mejora continua en el tema. Para concluir recomendar ampliar la producción científica que incluya otros ámbitos tecnológicos (entornos virtuales de realidad virtual y realidad aumentada) en los que se despliegue la temática, así como los retos y dificultades encontradas.

Referencias

- Agbo, F., Oyelere, S., Suhonen, J. & Tukiainen, M. (2021). Scientific production and thematic breakthroughs in smart learning environments: a bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 8 (1). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00145-4>.
- Andrade-Valbuena, N., Valenzuela-Fernández, L. & Merigó, J. (2022). Thirty-five years of strategic management research. A country analysis using bibliometric techniques for the 1987-2021 period, *Management Letters/Cuadernos de Gestión*, 22(2), 7-22.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Barcia, E. & González, J. (2021). Analysis of scientific production on virtual and blended university teaching in high impact spanish journals. *Revista Complutense de Educación*, 32(4). 10.5209/RCED.70887.
- Bastos, Í., Junqueira, W. & Ferreira, M. (2020). Estudio sobre la literatura indexada en la base de datos Scopus acerca de la accesibilidad de la web. *Investigación bibliotecológica*, 34(82), 175-202. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2020.82.58086>.
- Bolino, P. & Harari, I. (2020). Accesibilidad Web: desde lo metodológico. En J. Díaz, I. Harari y P. Amadeo (Coord.), *Accesibilidad Web Una mirada integral* (pp. 37-59). Edulp Editorial de la UNPL.

- Bradford, S. (1934). Sources of Information on specific subjects. *Engineering*, 137(1), 85-86.
- Bueno-Álvarez, José-Antonio, Martín-Martín, M. & Asensio-Muñoz, I. (2022). Sentimiento de Autoeficacia en Futuros Docentes: Revisión Sistemática en Iberoamérica 2015-2021. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 20(4), 31-50. <https://doi.org/10.15366/reice2022.20.4.002>.
- Carrillo, P. (2022). *El E-Learning, como herramienta para favorecer procesos de interacción social y comunicación en niños y adolescentes con Síndrome de Asperger* (Artículo de Pregrado), Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43975>.
- Chang, Yi-Chun, Li, Jian-Wei & Huang, De-Yao. (2022). A personalized learning service compatible with moodle e-learning management system. *Applied Sciences*, 12(7), 3562. <https://doi.org/10.3390/app12073562>.
- Clarivate Analytics. (2023). Web of Science. Obtenido de <http://www.webofknowledge.com>.
- Cocunubo-Suárez, J., Parra-Valencia, J. & Otálora-Luna, J. (2018). Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad. *TecnoLógicas*, 21(41), 135-147.
- Cuevas-Molano, E., Sánchez-Cid, M. & Matosas-López, L. (2019). Análisis bibliométrico de estudios sobre la estrategia de contenidos de marca en los medios sociales. *Comunicación y Sociedad*, 1-25. <https://doi.org/10.32870/cys.v2019i0.7441>.
- Deep Web Technologies. (2023). Biznar. Obtenido de <https://biznar.com/>.
- Díaz, E. (2018). *Revisión y evaluación de aplicaciones web para personas con autismo* (Tesis de pregrado), Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19877>.
- Elsevier. (2023). Scopus. Obtenido de <https://www.scopus.com>.
- Gabbard, J., Hix, D. & Swan, J. (1999). User-centered design and evaluation of virtual environments. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 19(6), 51-59. 10.1109/38.799740.
- Game, S., Ayres, J. & Behrend, M. (2022). A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-24. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00323-x>.
- García, V., Pinargote, H. & García, E. (2019). Enseñanza virtual para niños con necesidades educativas especiales. *Revista Especializada en Educación*, 2(26), 173-191.
- González, Y., Manzano, O. & Torres, M. (2021). Tecnologías disruptivas en educación virtual. *Boletín Redipe*, 10(7), 185-200.
- González-Alba, B., Cortés-González, P. & Mañas-Olmo, M. (2019). El Diagnóstico del Síndrome de Asperger en el DSM-5. *Ajayu Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología UCBSP*, 17(2), 332-353.

- Grefa, D. (2022). *Estrategias de abordajes terapéuticos en autismo: revisión bibliográfica* (Tesis de Maestría), Universidad Andina Simón Bolívar, Sucre, Bolivia. <http://hdl.handle.net/10644/8724>.
- Hernández, C. & González, D. (2017). *Estudio del Ecosistema de Emprendimiento Tecnológico en Lima: Desafíos al 2030* [Presentación de paper]. En XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Ciudad de México, México. <https://hdl.handle.net/20.500.13048/1547>.
- Hernández, C. (2019). *Vigilancia Tecnológica de Big Data en el Sector de Seguros* [Presentación de paper]. En XVIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC2019, Medellín, Colombia. <https://hdl.handle.net/20.500.13048/1822>.
- Kientz, J., Hayes, G., Goodwin, M., Gelsomini, M. & Abowd, G. (2020). Synthesis Lectures on Assistive, Rehabilitative, and Health-Preserving Technologies. *Interactive Technologies and Autism*, 9(1).
- Lorenzo, G. & Scagliarini, C. (2018). Revisión bibliométrica sobre la realidad aumentada en Educación. *Revista General de Información y Documentación*, 28(1), 45-60. <https://doi.org/10.5209/RGID.60805>.
- Lorenzo, G. (2022). Análisis de la producción científica en el uso de la realidad virtual en la educación a partir de la estructura conceptual, social e intelectual. *Revista de Educación a Distancia*, 69(22). <http://dx.doi.org/10.6018/red.502601>.
- Lorenzo-Lledó, G., Lorenzo-Lledó, A. & Lledó Carreres, A. (2019). Las TIC en el contexto educativo a través de la producción científica en español, *Revista General de Información y Documentación*, 29(2), 287-307. <https://doi.org/10.5209/rgid.66969>
- Lotka, A. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of Washington Academy of Sciences*, 16(12), 317-323.
- Manta, O., Androutsou, T., Anastasiou, A., Koumpouros, Y., Matsopoulos, G. & Koutsouris, D. (2020). Innovative technological advancements to improve cognitive and social skills of students with neurodevelopmental disorders. *Technology and Disability*, 32(4), 243-253. 10.3233/TAD-200288.
- Marcaya, C. & Jadán, J. (2020). *El uso del M-Learning como estrategia didáctica en los niños con rasgos de Asperger* (Tesis de Maestría), Universidad Tecnológica Indoamérica, Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1523>.
- Neale, H., Cobb, S. & Wilson, J. (2002). A front ended approach to the user-centred design of VEs. *Proceedings IEEE Virtual Reality 2002*, 191-198. 10.1109/VR.2002.996522.
- Nowparvar, M., Chen, X., Ashour, O., Ozden, S. & Negahban, A. (2021). Combining immersive technologies and problem-based learning in engineering education: bibliometric analysis and literature review. En *ASEE Annual Conference*.

- Osiński, S. & Weiss, D. (2023). Carrot2 Clustering Engine. Obtenido de <http://search.carrot2.org>.
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, V., y Moher, D. (2021). Declaración Prisma 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. 10.1016/j.recresp.2021.06.016.
- Patron, C., Lopez, M., Piovesan, S. & Demaria, B. (2014). Análisis bibliométrico de la producción científica de la revista Odontoestomatología. *Odontoestomatología*, 16(23), 34-43.
- Paz, G. & Betancourt, R. (2018). Technology Roadmapping: Herramienta para el desarrollo de capacidades de gestión tecnológica.
- Peirats, J., Marín, D. & Vidal, M. (2019). Bibliometría aplicada a la gamificación como estrategia digital de aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 19(60). <https://doi.org/10.6018/red/60/05>.
- Peñaloza, S. & Esteban, L. (2017). Estándares de accesibilidad digital utilizados en la educación mediada por el uso de las TIC. *Revista Distancia al Día*, 6, 24-34.
- Pincay, J. (2018). Reflexiones sobre la Accesibilidad Web para el contenido educativo en los sistemas de administración de aprendizajes. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaE)*, 6(1).
- Pineda, D. (2015). Análisis bibliométrico para la identificación de factores de innovación en la industria alimenticia. *AD-minister*, (27), 95-126.
- Ramírez, L. (2020). *Prototipo tecnológico basado en realidad virtual como herramienta terapéutica para la interacción social de adolescentes con Síndrome de Asperger* (Tesis de maestría), Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/26600>.
- Ranjan, Ck. (2017). Bibliometric Indices of Scientific Journals: Time to overcome the obsession and think beyond the Impact Factor. *Medical Journal Armed Forces India*, 73(2), 175-177. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2017.03.008>.
- Requena, M. (2021). *Las TIC como herramienta para alcanzar la mejora educativa y el progreso en el aprendizaje del alumnado con TEA* (Tesis de maestría), Universidad de Jaén, Jaén, España. <https://hdl.handle.net/10953.1/17420>.
- Roig-Vila, R. & Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en educación. Análisis bibliométrico y temático. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <http://dx.doi.org/10.6018/red.40262>.
- Rynkiewicz, A., Schuller, B. & Marchi, E. (2016). An investigation of the ‘female camouflage effect’ in autism using a computerized ADOS-2 and a test of sex/gender differences. *Molecular Autism*, 7(10). <https://doi.org/10.1186/s13229-016-0073-0>.

- Salvador-Oliván, J. & Agustín-Lacruz, C. (2015). Correlation between bibliometric indicators in web of science y Scopus journals. *Revista General de Información y Documentación*, 25(2), 341-359. 10.5209/rev_RGID.2015.v25.n2.51241.
- Scaife, M., Rogers, Y., Aldrich, F. & Davies, M. (1997). Designing for or designing with? Informant design for interactive learning environments. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 343-350. <https://doi.org/10.1145/258549.258789>.
- Serra, P., Seguí-Pons, J. & Pérez, M. (2021). A bibliometric analysis of Journal of Transport Geography (1993–2020). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (90). 10.21138/BAGE.3105.
- Silver, M. & Oakes, P. (2001). Evaluation of a New Computer Intervention to Teach People with Autism or Asperger Syndrome to Recognize and Predict Emotions in Others. *Autism*, 5(3), 299-316. <https://doi.org/10.1177/1362361301005003007>.
- Soh, G. & Mohamad, B. (2021). Bibliometric Analysis of Learning Organization. *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*, 27(1), 1323-6903.
- Springer Nature Switzerland Ag. (2023). Springer. Obtenido de <https://www.springer.com/gp>.
- Srisusilawati, P., Slamet, A., Djamaluddin, Y. & Tubastuvi, N. (2021). Biblioshiny R application on islamic microfinance research. *Library Philosophy and Practice*, 2021(5096), 1-24.
- Suárez, Y. & Pérez-Anaya, O. (2018). La evaluación de la actividad científica: Indicadores bibliométricos. En J. Ávila (Coord.), *Cienciometría y bibliometría. El estudio de la producción científica: Métodos, enfoques y aplicaciones en el estudio de las Ciencias Sociales* (pp. 96-118). Corporación Universitaria Reformada.
- Tahchidi, H., Gracheva, M., Kazakova, A., Strizhebok, A. & Vasilyeva, N. (2020). The role of modern information technologies in the educational programs for children with normal visual functions and with ophthalmopathology. *Vestnik Rossiiskoi akademii medetsinskikh nauk*[https](https://doi.org/10.15690/vramn1186), 2(75), 144-153. <https://doi.org/10.15690/vramn1186>.
- Temsio, S. (2018). *Accesibilidad en entornos virtuales* [Presentación de paper]. En V Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS 2018)-JAIIO 47 (CABA, 2018), Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71986>.
- Thomeer, M., Smith, R. & Lopata, C. (2015). Randomized Controlled Trial of Mind Reading and In Vivo Rehearsal for High-Functioning Children with ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 2115–2127. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2374-0>.
- Valencia-Arias, A., Ocampo-Osorio, C., Quiroz-Fabra, J., Garcés-Giraldo, L., & Valencia, J. (2020). Tendencias investigativas en la aplicación de realidad aumentada en el sector turístico: un análisis bibliométrico. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E36), 229-242.

- Van, N. & Waltman, L. (2015). VOSviewer manual. http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.1.pdf.
- W3C Brasil. (2013). Cartilha de Acessibilidade na Web. <http://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html>.
- Wen-Song, S. & Ching-Yi, C. (2021). Virtual patient in interactive learning environments: a review of 1989–2020 publications in selected SSCI journals. *Interactive Learning Environments*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1879873>.
- Zhu, R., Hardy, D. & Myers, T. (2019). *Co-designing with adolescents with autism spectrum disorder: From ideation to implementation* [Presentación de paper]. OZCHI'19: Proceedings of the 31st Australian Conference on Human-Computer-Interaction, New York, United States. <https://doi.org/10.1145/3369457.3370914>.

Plataforma IOT para Supervisão de Usina Fotovoltaica e Automação Predial com Validação no Ministério da Defesa do Brasil

Liomar de Miranda Leite¹, Ricardo Staciarini Puttini¹, Rafael T. De Souza Jr¹,
Georges Daniel Amvame Nze¹, Fábio Lúcio Lopes de Mendonça¹

liomar.leite@aluno.unb.br; puttini@unb.br; francisco.lopes@redes.unb.br;
desousa@unb.br; georges@unb.br; fabio.mendonca@redes.unb.br

¹ Universidade de Brasília, UNB, CEP: 70.910-900, Brasília-DF, Brasil

Pages: 150-163

Resumo: As grandes organizações têm realizado nos últimos anos grandes investimentos em fontes alternativas de energia, tendo como objetivo central a desoneração financeira a médio prazo e previsibilidade no planejamento de consumo energético. Porém, as soluções comumente empregadas não preveem um acompanhamento efetivo e não integram as mais diversas informações de consumo e operacionalidade. Este artigo trata da concepção e desenvolvimento de uma plataforma de supervisão de IoT (*Internet of Things*), com supervisão baseado em sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), estabelecendo indicadores e dados de operacionalidade predial, com a utilização de recursos do Protocolo HTTP/Web, computação em nuvem e as orientações do modelo de arquitetura de software RESTful. A validação da proposta envolve verificações a partir da monitoração da usina de energia fotovoltaica instalada no Ministério da Defesa (MD), na Esplanada dos Ministérios, Brasília-DF, onde a plataforma prototipada integra os componentes inteligentes da usina, como inversores, otimizadores de potência, microcontroladores, sensores de temperatura e umidade. Mostra-se assim as funcionalidades e resultados da monitoração remota da planta de geração e dos dispositivos de integração predial nela disponíveis.

Palavras-chave: IoT, Usina Fotovoltaica, Supervisão, Plataforma IoT, Modelo RESTful.

IOT Platform for Supervision of Photovoltaic Plant and Building Automation with Validation in the Ministry of Defense of Brazil

Abstract: In recent years, large organizations have made major investments in alternative energy sources, with the central objective of medium-term financial tax and predictability in energy consumption planning. However, the commonly used solutions do not provide for effective monitoring and do not integrate the most diverse information on consumption and operability. This article is intended to design and develop an Internet of Things (IoT) supervision platform, with supervisory based on Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) systems,

establishing indicators and building operability data, using HTTP/Web Protocol resources, cloud computing and restful software architecture model guidelines. The validation of the proposal involves verifications from the monitoring of the photovoltaic power plant installed in the Ministry of Defense (MD), on the Esplanade of Ministries, Brasília-DF, where the prototype platform integrates the intelligent components of the photovoltaic plant, such as inverters, power optimizers, microcontrollers, temperature and humidity sensors. This shows the functionalities and results of remote monitoring of the generation plant and building integration devices available therein.

Keywords: IoT, Photovoltaic Plant, Supervision, IoT Platform, RESTful Model.

1. Introdução

Ao longo dos anos, estamos acompanhando a crescente demanda por energia elétrica no Brasil, estabelecendo um enorme desafio para a capacidade de geração de energia, uma vez que as fontes geradoras são limitadas e influenciadas por diferentes variáveis de produção, interesses econômicos e políticos.

O setor elétrico brasileiro é centralizado na geração hidráulica, e esse aproveitamento hidrelétrico é de apenas 33% do seu potencial, o restante da capacidade hídrica para geração de energia se encontra na região amazônica (Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2022), onde os impactos ambientais para a implantação de novas usinas hidrelétricas seriam gigantescos. Com isso, a necessidade de criação de gerações alternativas de energia renovável aumentou nos últimos anos, com a energia solar fotovoltaica conectada a rede se destacando nesse contexto.

Com todo esse potencial de crescimento em um mercado ávido por novas soluções e melhorias, potencializado por resoluções e leis nacionais que visaram incentivar o setor de energia solar, vários estudos tem abordado maneiras de supervisionar remotamente as instalações das usinas fotovoltaicas com dados em tempo real, a fim de proporcionar maneiras de mitigar problemas, proporcionando uma vida útil maior das instalações e controle dos ativos.

As usinas Fotovoltaicas são compostas por diversos componentes com capacidade de sensoriamento, comunicação e processamento. Neste contexto, o termo Internet das Coisas (IdC) expressa todo o esforço do desenvolvimento para concatenar os diferentes dispositivos, linguagens, sistemas e protocolos em resultados práticos e acessíveis.

Com o mercado de equipamentos e aplicativos para IdC em plena expansão, investimentos de grandes multinacionais de bilhões de dólares impulsionam este mercado, como o efetuado recentemente pela IBM de US\$ 3,0 bilhões (BASSI, S., 2015) ou pela Samsung de US\$ 1,2 bilhões (FINGAS, J. 2016). É possível que dentro de alguns anos tenhamos em casa “centrais de controle”, versões mais poderosas da atual Amazon Echo ou do Google Home (BOHN, D; 2016). Estes dispositivos seriam responsáveis por fornecer a conexão à internet, sugestões e lembretes, totalizar os dados de geração do painel solar, da rede elétrica por Smart Grid, etc.

Como projeto pioneiro na Esplanada dos Ministérios em Brasília-DF, em implantar uma Usina Fotovoltaica (FV) nas coberturas do Edifício do Ministério da Defesa (MD), este trabalho visou desenvolver uma plataforma de supervisão das instalações da

usina FV do MD, utilizando os dispositivos inteligentes da mesma, como Inversores, Otimizadores de potência e Medidores de Energia, estabelecendo critérios de aquisição, tratamento e disponibilização de dados do sistema via uma interface gráfica Web service interativa para o usuário, utilizando um software tipo SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), computação em nuvem e as orientações do Modelo de Arquitetura de Software RESTful.

Em síntese este trabalho tem como objetivo principal a implementação de uma plataforma de supervisão gráfica de exibição dos dados aos usuários de fácil uso, intuitiva, consolidando os dados em um dashboard, que esteja disponível para o usuário através de uma página de internet ou aplicativo celular, da mini usina fotovoltaica de 520 kWp (kilo Watt pico de Energia) instalada no Ministério da Defesa em Brasília-DF.

Além do desenvolvimento de um sistema de monitoramento via WEB Services (WS) e dispositivos móveis, o presente trabalho também apresenta análises de desempenho da usina fotovoltaica, permitindo o monitoramento contínuo e em tempo real dos dispositivos, detecção de falhas, análise financeira da produção de energia e fatores de economia.

2. Trabalhos Correlatos

Na literatura, observa-se alguns trabalhos correlatados para implantação de supervisório utilizando IoT em usinas fotovoltaicas. Em (QAYS, Md Ohirul et al; 2022) os autores desenvolvem um aplicativo para o sistema de Controle de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) para monitorar um sistema híbrido que compreende sistemas fotovoltaicos, eólicos e armazenamento de energia em baterias.

Em (Duair, Jaafar J et al; 2022) os autores implementam um sistema de controle de supervisão e aquisição de dados baseado em IoT para um sistema inteligente composto por uma matriz solar fotovoltaica (FV), banco de baterias e um gerador diesel, realizando toda a conexão sem fio e utilizando a arquitetura SCADA para gerar confiabilidade ao sistema, para os indicadores de falha nos subsistemas e falta de energia.

Em (Aghenta, Lawrence Oriaghe et al; 2019) os autores desenvolveram um sistema SCADA baseado em IoT que incorpora serviços Web com o SCADA convencional para um controle e monitoramento de supervisão mais robusto, utilizando um microcontrolador ESP32A de baixa potência, um microcontrolador Raspberry Pi e um roteador Wi-Fi local.

Em (Shapsough, Salsabeel et al. 2018) os autores apresentam uma nova arquitetura baseada em IoT que utiliza tecnologias de hardware, software e comunicação de IoT, para permitir o monitoramento e o gerenciamento em tempo real de sistema solares fotovoltaicos em grandes escalas. O sistema permite que os gestores controlem e monitorem remotamente os sistemas fotovoltaicos e avaliem os efeitos de vários fatores ambientais, como clima, qualidade do ar e sujeira.

Em (Lamnatou, Chr, D. Chemisana, and C. Cristofari; 2022) os autores revisam a situação atual das redes inteligentes em relação ao sistema fotovoltaicos, armazenamento de energia, integração da tecnologia nos edifícios e impactos ambientais produzidos e ainda a produzir.

Verifica-se que os trabalhos encontrados na literatura buscam soluções de supervisão IoT para usinas fotovoltaicas com custo baixo de implementação, uma vez que sistemas caros tendem a serem descontinuados. Os trabalhos também focam na simplificação de interface para todos os tipos de usuários, obtendo dados para orientar possíveis tomadas de decisões técnicas e econômicas.

O presente trabalho diferenciou dos trabalhos realacionados acima em buscar uma implementação gráfica e amigável para o usuário, com o desafio de tratar em tempo real uma quantidade significativa de dados utilizando conceitos de arquitetura de Software RESTful, possibilitando também acesso a plataforma apenas utilizando dispositivos móveis, contribuindo para soluções em sistemas integrados de supervisorio de manutenção predial do tipo SCADA.

3. Metodologia

A partir da instalação física da mini usina FV no MD de 520 kWp (kilo Watt pico), desenvolveu-se uma plataforma IoT para aquisição e tratamento de todos os dados de supervisão gerados, permitindo também a disponibilização dos dados de maneira interativa para o usuário através de várias Interfaces Programáveis de Aplicação. Analisou-se também o comportamento das grandezas físicas extraídas dos componentes inteligentes da usina FV, além do desenvolvimento de rotinas de comunicação e respostas dos componentes instalados, resultando em alertas de falhas nos componentes e consequente intervenção preventiva e preditiva nos ativos instalados.

Nas instalações da usina FV do MD, encontram-se 1600 módulos de silício policristalino de 325 Watts cada, 800 unidades de Otimizador de Energia de 700 W/125V, 18 inversores de 27,6 kWp da fabricante SolarEdge e um medidor de Energia Inteligente integrado aos inversores, produzindo o arranjo lógico apresentado na **Figura 1**. Cada Inversor está conectado a 3 Strings com 30 Painéis e 15 Otimizadores de potência cada.

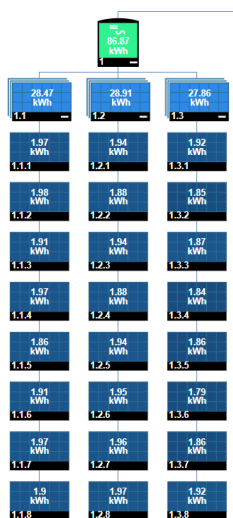


Figura 1 – Arranjo lógico parcial da usina.

3.1. Módulo de Comunicação da Usina FV

Os inversores instalados capturam todas as informações da operação da usina, obtendo os dados de grandezas Físicas como Corrente Elétrica em Ampère (A) em cada arranjo por exemplo. Com todos esses componentes rastreáveis através dos protocolos de comunicação TCP/IP, utilizou-se o protocolo Modbus RTU que é baseado na comunicação mestre-escravo, com padrão físico RS-485, para conectar todos os 18 inversores no mesmo barramento para aquisição e transmissão de dados, **Figura 2**.

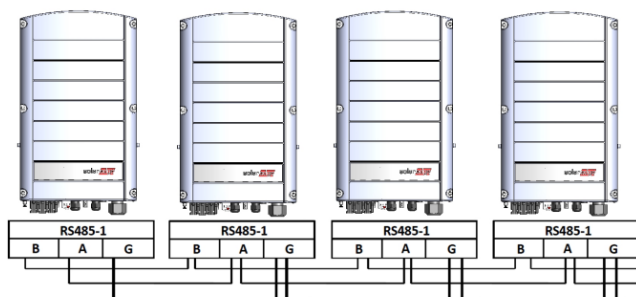


Figura 2 – Esquema de Ligação RS-485.

Os dados de geração da usina FV foram requisitados diretamente dos inversores, com a plataforma de prototipagem microcontrolada Arduino e a placa SE-SGM-R12-US-S1, **Figura 3**, para realizar a aquisição de dados e transferência para um servidor na nuvem, com frequência de envio de dados a cada 15 minutos.



Figura 3 – Placa SE-SGM-R12-US-S1

A plataforma de monitoramento e aquisição de dados foi desenvolvida através do software SCADABR, que é um software livre e open-source sem restrições de uso, sem limites de Tags ou Data Points.

A Ferramenta SCADABR estabelece configuração inicial e conexão do datalogger da Placa SE-SGM-R12-US-S1 com um computador através de uma rede local, onde cria-se um Data Source do tipo Modbus IP, **Figura 4**.

Figura 4 – Configuração de Data Source para equipamentos Modbus na rede e monitoramento da geração fotovoltaica.

3.2. Modo Gráfico

Através de data points no software SCADABR, cria-se as variáveis para cada inversor. Ao todo foram criados 15 pontos de dados para cada um dos 18 inversores, resultando em um total de 270 pontos de dados, Figura 5.

Nome	Tipo de dado	Status	Escravo	Faixa	Offset (baseado em 0)
Energia (kWh) - INVERSOR 1	Númerico		7	Registrador holding 42547	
Energia (kWh) - INVERSOR 2	Númerico		2	Registrador holding 42547	
Energia (kWh) - INVERSOR 3	Númerico		3	Registrador holding 42547	
Energia (kWh) - INVERSOR 4	Númerico		4	Registrador holding 42547	
Energia (kWh) - INVERSOR 5	Númerico		5	Registrador holding 42547	
Energia (kWh) - INVERSOR 6	Númerico		6	Registrador holding 42547	
I LINHA (A) - INVERSOR 1	Númerico		7	Registrador holding 515	
I LINHA (A) - INVERSOR 2	Númerico		2	Registrador holding 515	
I LINHA (A) - INVERSOR 3	Númerico		3	Registrador holding 515	
I LINHA (A) - INVERSOR 4	Númerico		4	Registrador holding 515	
I LINHA (A) - INVERSOR 5	Númerico		5	Registrador holding 515	
I LINHA (A) - INVERSOR 6	Númerico		6	Registrador holding 515	

Detalhes do data point salvos	
Nome	VBN(V) - INVERSOR 3
Export ID (XID)	DP_674134
Id do escravo	3
Faixa do registro	Registrador holding
Tipo de dados modbus	Inteiro trocado de 4 bytes sem sinal
Offset (baseado em 0)	46083
Bit	0
Número de registradores	0
Codificação de caracteres	ASCII
Configurável	☒
Multiplicador	0.1
Aditivo	0

Figura 5 – Configuração dos pontos de dados dos inversores.

Para a implementação do modo gráfico, utilizou-se o esquemático de aquisição e transferência dos dados conforme **Figura 6**.

Os comandos de implementação foram realizados diretamente no microcontrolador Arduino da placa SE-SGM-R12-US-S1, gerando um algoritmo do firmware baseada na biblioteca ModbusMaster, que facilita o direcionamento das requisições para os Data points configurados em cada inversor, como demonstrado na **Figura 7**.

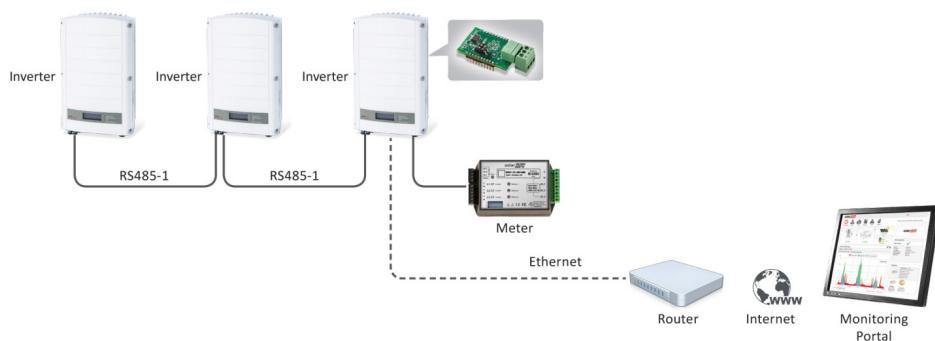


Figura 6 – Esquemático de transferência de dados para o modo gráfico.

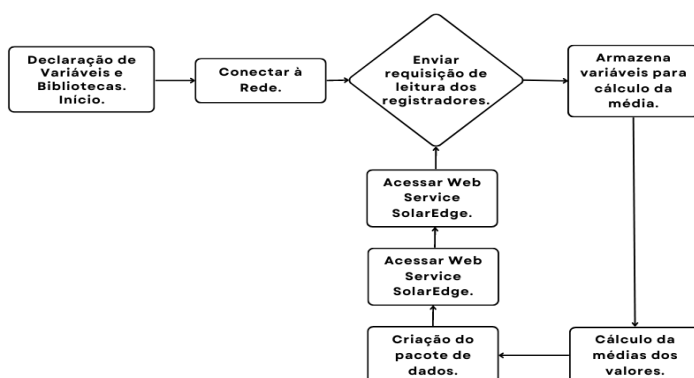


Figura 7 – Firmware de aquisição dos dados do Microcontrolador Arduino.

Via Interface de Programação de Aplicativos (API) disponível pela fabricante dos inversores, SolarEdge, com o módulo Cloud-Based, possibilitou-se a integração com a plataforma desenvolvida em SCADA, gerando uma interface mais amigável ao desenvolvedor e usuário.

Esses Serviços Web permitem o acesso aos dados salvos no servidor de monitoramento, mantendo os dados protegidos para usuários autorizados.

A API SolarEdge permite que aplicativos de software acessem seu banco de dados do sistema de monitoramento para fins de análise de dados, gerenciamento, exibição de dados do sistema em outros aplicativos, etc.

Na tabela 1, é listada os recursos de configuração e respostas das API disponibilizadas pelo fabricante SolarEdge.

Nome da API	Retorno da API
<i>Site List</i>	Uma lista de sites para uma determinada conta, com as informações em cada site. Esta lista permite conveniente pesquisa, classificação e paginação.
<i>Site Details</i>	Escolha dos Detalhes
<i>Site Data</i>	As datas de início e termino da produção de energia do local
<i>Site Energy</i>	Medições de energia do local
<i>Site Energy - Time Period</i>	Energia do local para um prazo solicitado
<i>Site Power</i>	Medições de potência do local em uma resolução de 15 minutos
<i>Site Overview</i>	Energia atual do local, produção de energia (hoje, este mês, vida útil) e receita vitalícia
<i>Site Power</i>	Medições detalhadas de potência do local, incluindo medidores como consumo, exportação (feed-in), importação (compra), etc.
<i>Site Energy</i>	Medições detalhadas de energia do local, incluindo medidores como consumo, exportação (feed-in), importação (compra), etc.
<i>Site Power Flow</i>	Obtenha o fluxograma de energia do site
<i>Storage</i>	Obtenha informações detalhadas de armazenamento de baterias, incluindo o estado de energia, energia e vida útil energia.
<i>Site Image</i>	A imagem do site como carregada no servidor, dimensionada ou de tamanho original.
<i>Site Environmental Benefits</i>	Resumo do impacto positivo do site no meio ambiente
<i>Installer Logo Image</i>	A imagem do logotipo do instalador como enviada para o servidor
<i>Components List</i>	Lista de inversores com nome, modelo, fabricante, numero de serie e status
<i>Inventory</i>	Informações sobre o equipamento SolarEdge, incluindo: inversores/SMIs, baterias, medidores, gateways e sensores
<i>Inverter Technical Data</i>	Dados técnicos sobre o desempenho do inversor por um período de tempo solicitado
<i>Equipment Change Log</i>	Lista de substituições para um determinado componente
<i>Account List API</i>	A lista de sensores instalados no site
<i>Get Sensor List</i>	Dados técnicos sobre o desempenho do inversor por um período de tempo solicitado
<i>Get Sensor Data</i>	As medições dos sensores instalados no local
<i>Get Meters Data</i>	Informações sobre cada medidor no site, incluindo: energia vitalícia, metadados e o dispositivo para a que está conectado.
<i>API Versions</i>	Os números de versão atuais e suportados

Tabela 1 – Lista de APIs SolarEdge Disponíveis para aplicações.

Sendo as APIs apresentadas serviços RESTful, com as seguintes características de aplicação:

- Usa URLs previsíveis e orientados a recursos.
- Possui recursos HTTP incorporados para passar parâmetros através da API.
- Responde com códigos HTTP padrão.
- Retorna resultados em XML, JSON (incluindo suporte jsonp) ou formato CSV.

O formato e os parâmetros da solicitação são especificados por cada API e estão em conformidade com as formas HTTP e REST. A ordem do parâmetro na solicitação não é significativa, tendo o ordenamento gráfico a critério do desenvolvedor.

3.3. Implementação da Plataforma

A partir das API SolarEdge, realiza-se cadastro no site das aplicações e acesso ao servidor em nuvem, onde é disponibilizado canais para configuração das APIs, com os respectivos valores das funções a serem assistidas.

Em cada aba, “API Keys” ficam disponíveis as chaves de escrita e leitura que são exclusivas de cada canal. As API disponíveis permitem o endereçamento dos dados adquiridos via plataforma microcontrolada e da plataforma desenvolvida em SCADABR, possibilitando inúmeras configurações de visualização e tratamento dos dados adquiridos.

Como exemplo de uma API implementada, tem-se a API Site Energy, onde é realizado a requisição dos pacotes de dados obtidos do medidor de energia para cada arranjo de inversor. Configura-se os parâmetros Data inicial, Data final e Unidade de Tempo com variáveis do tipo String e saída JSON. A **Figura 8** exemplifica a aplicação API Site Energy configurada graficamente para resposta da produção de energia diária dos inversores da usina FV no MD.

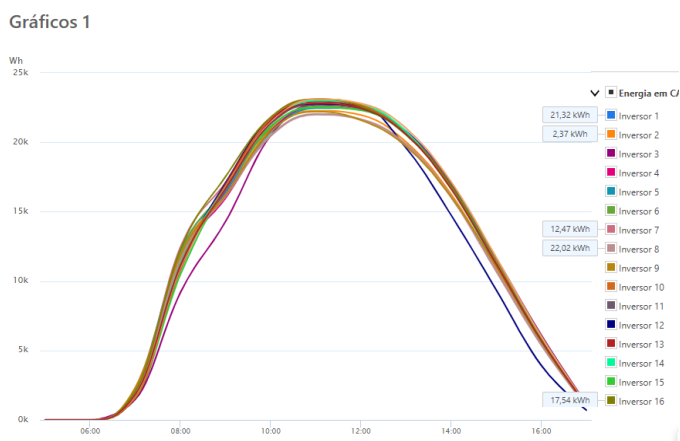


Figura 8 – Gráfico de produção de energia diária dos inversores da usina FV do MD.

4. Resultados e Discussão

Conforme o desenvolvimento mostrado para criação da plataforma do tipo SCADA para a configuração de todos os pontos de dados, totalizando 270 variáveis da usina FV do MD em observação, como aferição de grandezas físicas instantâneas, status de operação,

alertas de problema de geração de Energia nos equipamentos, etc, a implementação das listas de observação gráfica foi estruturada para facilitar a utilização por qualquer usuário.

Para efeito de máximo aproveitamento de dados, todos os parâmetros foram desenvolvidos para aquisição de dados com menor intervalo de tempo possível no microcontrolador Arduino e transmitido integralmente para o Cloud Server a cada 15 minutos, gerando um efeito instantâneo nos dados observados, porém com atualização despassada.

Os dados de maior interesse para a tomada de decisão na manutenção dos ativos da usina FV do MD foram dispostos juntos em um Dashboard gráfico, através das APIs disponíveis do fabricante do Inversores, SolarEdge. A **Figura 9** apresenta a interface gráfica com a disposição dos dados em observação instantânea para a produção de energia, bem como a estimativa financeira.

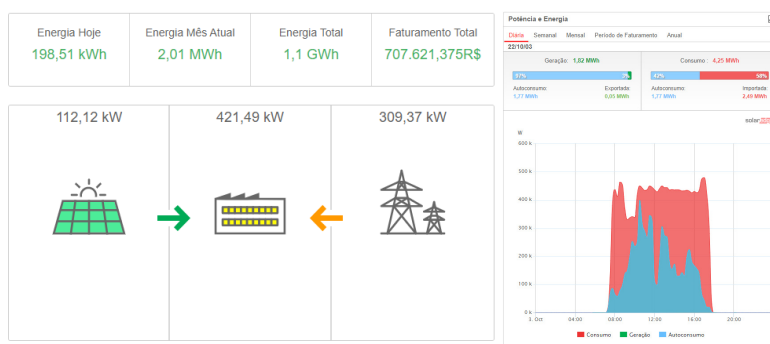


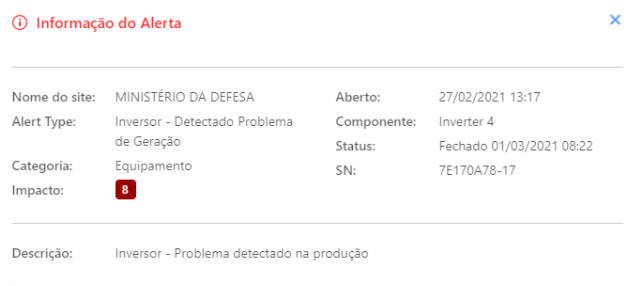
Figura 9 – Gráfico com os dados de produção e consumo de energia diária.

A **Figura 10** apresenta a implementação gráfica para acompanhamento do status de conexão ModBUS da usina com a plataforma SCADA desenvolvida.



Figura 10 – Status de conexão ModBus com a plataforma SCADA desenvolvida.

A **Figura 11** ilustra a implementação gráfica de alertas emitidos de falhas nos Inversores, indicando o tipo e a localização da falha.



Nome do site:	MINISTÉRIO DA DEFESA	Aberto:	27/02/2021 13:17
Alert Type:	Inversor - Detectado Problema de Geração	Componente:	Inverter 4
Categoria:	Equipamento	Status:	Fechado 01/03/2021 08:22
Impacto:	8	SN:	7E170A78-17
Descrição:	Inversor - Problema detectado na produção		

Figura 11 – Alerta de falha de funcionamento de um inversor emitido pela aplicação.

A solução proposta para a aquisição de dados de geração a partir do armazenamento interno dos inversores é eficaz e garante a confiabilidade dos dados obtidos. As API Solar Edge se mostraram uma ferramenta de auto desempenho para supervisão dos componentes instalados na usina FV do MD.

Para aplicação em dispositivos móveis, foi possível implementar o monitoramento de acompanhamento de produção energético, status de conexão do sistema e alarmes de possíveis falhas no sistema, não sendo possível extrair informações de grandezas físicas dos inversores instalados.

De forma geral a plataforma IoT desenvolvida cumpriu com seus objetivos na implementação via Web Service e também para dispositivos móveis.

Para implementação da plataforma desenvolvida em dispositivos móveis, a grande maioria das API desenvolvidas para web funcionaram para aparelhos móveis, onde foi utilizado para teste, o aplicativo MysolarEdge gratuito, sendo possível apenas visualização, **Figura 12**.

5. Agradecimentos

Este trabalho teve como apoio em parte pelo CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa (Processo 310941/2022-9 PQ-1D), em parte pela FAPDF - Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (Processo 625/2022 SISTeR City), em parte pela Universidade de Brasília (Ofício 7129 UnB COPEI), em parte pelo projeto AMORIS – Aplicativo Móvel e Central de Comando e Controle sobre Rede IoT para Suporte a Ações de Solidariedade no Combate ao COVID-19 e outros Surtos pela Procuradoria-Geral da União (Ofício AGU 697.935/2019), em parte pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Ofício CADE 08700.000047/2019-14), e em parte pelo Procuradoria Geral da Fazenda Nacional (Processo PGFN 23106.148934/2019-67).



Figura 12 – Visualização da plataforma em dispositivos móveis.

6. Conclusões

Neste trabalho foram apresentadas as etapas de projeto, especificação e implantação de uma plataforma IoT de supervisão da usina fotovoltaica instalada no Ministério da Defesa em Brasília-DF.

Utilizando um sistema SCADA gratuito, SCADABR, em conjunto com as API SolarEdge disponíveis em um servidor cloud, o layout desenvolvido possui recursos gráficos que facilitam o monitoramento, disponibilização dos dados em tempo real, armazenamento de todo o histórico de produção, permitindo a comparação por períodos, além de possibilitar aferições de grandezas físicas dos componentes instalados, bem como extrair gráficos de desempenho.

Para aplicação Mobile, a implementação ocorreu de maneira satisfatória, podendo ser acompanhado de maneira resumida os indicadores de produção e status do sistema, tendo ainda alarmes de ocorrências no sistema.

Considerando que geralmente o monitoramento de usinas utiliza um dispositivo de transferência de dados para cada inversor instalado, o sistema proposto no presente trabalho além de apresentar baixo custo frente as soluções comerciais, possui a vantagem de utilizar apenas um hardware para realizar a aquisição e transferência de dados de todos os inversores conectados ao barramento RS485, reduzindo ainda mais os custos com componentes eletrônicos.

Embora o sistema desenvolvido tenha apresentado funcionamento satisfatório, alguns módulos podem ser explorados para trabalhos futuros, a saber:

- Integração de outros parâmetros prediais na plataforma de monitoramento, onde será necessário investimento de componentes inteligentes e modernização de instalações no Ministério da Defesa.
- Testes na segurança cibernética do sistema;
- Backup do banco de dados utilizado que pertence a um serviço grátis, não apresentando segurança na manutenção dos dados no futuro;
- Implementação de outras APIs como para incremento de informações ao usuário e de acordo com o Plano de Manutenção dos ativos instalados.

Referências

- AGHENTA, LAWRENCE ORIAGHE, and Mohammad Tariq Iqbal. “Low-Cost, Open Source IoT-Based SCADA System Design Using Thinger.IO and ESP32 Thing.” *Electronics (Basel)* 8.8 (2019): 822. Web.
- ANNUAL, C.; REPORT, I. White paper Cisco public. 2018.
- BASU, S.; DEBNATH, A. *Power Plant Instrumentation and Control Handbook: A Guide to Thermal Power Plants*. Elsevier Science, 2014. ISBN 9780128011737. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Nso6BAAQBAJ>>.
- BOHN, D. Google Home: a speaker to finally take on the Amazon Echo. 2016. Website The Verge. Disponível em: <<http://www.theverge.com/2016/5/18/11688376/googlehome-speaker-announced-virtual-assistant-io-2016>>.
- DUAIR, JAAFAR J, Ammar I Majeed, and Ghusoon M Ali. “Design and Implementation of IoT-Based SCADA for a Multi Microgrid System.” *ECS Transactions* 107.1 (2022): 17345-7359. Web.
- FINGAS, J. Samsung pours \$1.2 billion into the Internet of Things. 2016. Site Engadget. Disponível em: <https://www.engadget.com/2016/06/21/samsung-investsin-internet-of-things>.
- JUNIOR, R. M. M. *Introdução à Energia Fotovoltaica*. [S.l.]: Universidade Técnica de Lisboa, 2002. v. 1. 1–47 p.
- LAMNATOU, Chr, D. Chemisana, and C. Cristofari. “Smart Grids and Smart Technologies in Relation to Photovoltaics, Storage Systems, Buildings and the Environment.” *Renewable Energy* 185 (2022): 1376-391. Web.
- LEME, M.; TROJAN, F.; XAVIER, A.; FRANCISCO, A. Digital energy management for houses and small industries based on a low-cost hardware. *Revista IEEE América Latina, IEEE, Los Alamitos*, v. 14, n. 10, p. 4275–4278, 2016. ISSN 1548-0992.
- NAKANO, A. *Simulação de desempenho energético de tecnologias fotovoltaicas em fachadas de edifício no município de São Paulo*. [S.l.]: Dissertação de mestrado. Mestrado em Ciências. Universidade de São Paulo, 2017. v. 1.

- OBI, M.; BASS, R. Trends and challenges of grid-connected photovoltaic systems – a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 58, p. 1082–1094, 5 2016. ISSN 13640321.
- ORDUZ, R.; SOLÓRZANO, J.; EGIDO, M. ; ROMÁN, E. Analytical study and evaluation results of power optimizers for distributed power conditioning in photovoltaic arrays. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, v. 21, n. 3, p. 359–373, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pip.1188>.
- PEREIRA, E.; MARTINS, F.; GONÇALVES, A.; COSTA, R.; LIMA, F.; RÜTHER, R.; ABREU, S.; TIEPOLO, G.; PEREIRA, S.; SOUZA, J. Atlas brasileiro de energia solar. [S.l.]: Universidade Federal de São Paulo, 2017. ISBN 9788517000898.
- PINHO, J.; GALDINO, M. A. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. [S.l.], 2014. v. 1, 1–530 p.
- QAYS, MD OHIRUL, Musse M. Ahmed, M. A. Parvez Mahmud, Ahmed Abu-Siada, S. M. Mueen, Md Liton Hossain, Farhana Yasmin, and Md Momtazur Rahman. “Monitoring of Renewable Energy Systems by IoT-aided SCADA System.” *Energy Science & Engineering* 10.6 (2022): 1874-885. Web.
- REZK, H.; ELTAMALY, A. M. A comprehensive comparison of different mppt techniques for photovoltaic systems. *Solar Energy*, v. 112, p. 1–11, 2015. ISSN 0038-092X. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X14005428>.
- SANTOS, B. P.; SILVA, L. A. M.; CELES, C. S. F. S.; NETO, J. B. B.; PERES, B. S.; AUGUSTO, M.; VIEIRA, M.; VIEIRA, F. M.; GOUSSEVSKAIA, O. N.; LOUREIRO, A. A. F. Internet das Coisas: da Teoria à Prática.
- SEYEDMAHMOUDIAN, M.; MOHAMADI, A.; KUMARY, S.; OO, A. M. T.; STOJCEVSKI, A. A comparative study on procedure and state of the art of conventional maximum power point tracking techniques for photovoltaic system. *International Journal of Computer and Electrical Engineering, International Academy Publishing (IAP)*, v. 6, p. 402–414, 2014.
- SHAPSOUGH, Salsabeel, Mohannad Takroui, Rached Dhaouadi, and Imran A. Zualkernan. “Using IoT and Smart Monitoring Devices to Optimize the Efficiency of Large-scale Distributed Solar Farms.” *Wireless Networks* 27.6 (2018): 4313-329. Web.
- SHARIFF, F.; RAHIM, N. A.; PING, H. W. Photovoltaic remote monitoring system based on gsm. In: 2013 IEEE Conference on Clean Energy and Technology (CEAT). [S.l.: s.n.], 2013. p. 379–383.
- SUNNY. SUNNY WebBox with Bluetooth R Wireless Technology. [S.l.]: [urlhttp://files.sma.de/dl/11567/WEBBOXBT-AU111912W.pdf](http://files.sma.de/dl/11567/WEBBOXBT-AU111912W.pdf)., 2011

Implementación de un Sistema de E-Tutoring: Sistematizando una Experiencia de Evaluación de Terrorismo Íntimo

Ivan Iraola-Real¹, Lesly Moreyra-Cáceres², Ivan Diaz-Leon¹

iiraola@uch.edu.pe; lesly.moreyra@unmsm.edu.pe; diazleonivan1127@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: 164-175

Resumen: La violencia de pareja es una problemática que se ha normalizado en algunos grupos sociales; siendo el terrorismo íntimo una de las prácticas violentas más complicadas de identificar entre jóvenes de diversos niveles educativos y también en entornos universitarios. Ante esta problemática, la presente investigación propuso sistematizar el proceso de implementación de un sistema de gestión de la e-tutoring dirigido a estudiantes para evaluar los casos de violencia de pareja y terrorismo íntimo en una universidad privada de Lima-Perú. Participaron 82 estudiantes universitarios; 56 mujeres (68,3%) y 26 varones (31,7%) entre 16 a 28 años ($Media^{edad} = 19,94$ años; $DE = 3,04$). Todos tenían relaciones sentimentales de 6 meses a 9 años de duración ($Media^{años\ de\ relación} = 2,12$; $DE = 1,64$). Como productos, se implementó un sistema de gestión de e-tutoring, se validó una escala de violencia de pareja y terrorismo íntimo. Finalmente, con el apoyo de los e-tutores se brindó orientación psicológica a todos los estudiantes como una forma se sensibilización y se atendió de forma privada a los estudiantes con niveles medios y altos en cuanto a la aceptación de la violencia de pareja y del terrorismo íntimo.

Palabras-clave: Terrorismo íntimo, Violencia de pareja, Educación superior.

Implementation of an E-Tutoring System: Systematizing an Intimate Terrorism Evaluation Experience

Abstract: Partner violence is a problem that has become normal in some social groups; being intimate terrorism one of the most difficult violent practices to identify among young people of different educational levels and also in university environments. Faced with this problem, the present investigation proposed to systematize the implementation process of an e-tutoring management system aimed at students to evaluate cases of intimate partner violence and terrorism in a private university in Lima-Peru. 82 university students participated; 56 women (68.3%) and 26 men (31.7%) between 16 and 28 years old (Mean age = 19.94 years; SD = 3.04). All had sentimental relationships lasting from 6 months to 9 years (mean years of relationship = 2.12; SD = 1.64). As products, an e-tutoring management system was implemented; a scale of partner violence and intimate terrorism was

validated. Finally, with the support of the e-tutors, psychological counseling was provided to all students as a way of raising awareness, and students with medium and high levels of acceptance of intimate partner violence and terrorism were attended privately. intimate.

Keywords: Intimate terrorism, Couple violence, Higher education.

1. Introducción

En muchos países, la violencia de pareja ha pasado a ser un problema social que se ha normalizado. Esto se observa en cómo las personas y parejas han llegado a aceptarla como una práctica común y justificada. Incluso, cuando las personas han pasado varios años de pareja, llegan a la tercera edad asumiendo que algunas prácticas violentas son normales (Orbea, 2017). Esto hace que, en muchas parejas, estos ciclos de violencia se perpetúen desde las familias y de esa forma se institucionalizan estereotipos de pareja violentas que resultan ser perjudiciales en la vida de las personas (Love et al., 2020). Lo que se evidenció en el 2022, año en el cual al investigar 106 países se identificó que 736 millones de mujeres en el mundo habían sido víctimas de algún tipo de violencia física o sexual por parte de su pareja o ex parejas. En el año 2020, 47000 mujeres fueron asesinadas en manos de sus parejas. Y durante la pandemia, ante el incremento de casos de violencia, en 52 países se fueron desarrollando estrategias para prevenir y atender casos de violencia contra las mujeres (United Nations [UN], 2022).

En el Perú, la violencia de pareja ha llegado a casos preocupantes. Por ejemplo, en el mes de noviembre del 2022 se reportó que las mujeres entre 15 a 49 años de edad habían sufrido alguna vez en sus vidas de algún tipo de violencia ejercida por su pareja; el 26,7% sufrieron de violencia física, el 50,8% de violencia psicológica y verbal, y el 5,9% de violencia sexual. Respecto a esto, parece haber algún tipo de influencia del grado de instrucción, pues la incidencia de ser víctima de violencia por parte de la pareja es mayor cuando la mujer no ha alcanzado un grado de educación superior (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2022). Sin embargo, en ambos casos siguen siendo víctimas de violencia y las cifras son preocupantes. Además, como evidencia de la normalización de la violencia de pareja; el 42,9% de las mujeres maltratadas físicamente, creen que no es necesario buscar ayuda, un 16,8% se siente avergonzadas, el 5,6% no quieren perjudicar a su agresor, el 3,2% temen quedarse solas o divorciarse, y el 2,9% consideran que son “cosas de la vida” (INEI, 2022). La preocupación es mayor en el caso de prácticas de violencia como el terrorismo íntimo, que se caracteriza por prácticas coercitivas tanto de parte de los varones como de las mujeres (Johnson, 2007; 2014), celos, excesivo control y acecho (Orbea, 2017), que aparentemente son difíciles de identificar.

2. Marco conceptual

2.1. El terrorismo íntimo: causas y manifestaciones

El terrorismo íntimo se refiere a la violencia que se produce en las relaciones de pareja, donde la víctima es controlada y dominada por el agresor. La violencia íntima es definida como el deseo del agresor por ejercer control sobre su pareja utilizando la violencia o la dominación (Johnson & Leone, 2005, como se citó en Love et al., 2020), principalmente

afectando a las mujeres, aunque también puede afectar a varones (Sita & Dear, 2021). Este tipo de violencia puede deberse a la creencia patriarcal de que la mujer debe ser sometida al hombre. Por ello, es importante estudiar esta variable ya que a menudo se normaliza y no se reconoce como tal.

El terrorismo íntimo es causado por la interacción de diversos factores. Dentro de estos factores se resalta al control coercitivo, el cual es señalado por diversos estudios como el principal causante (Conroy & Crowley, 2022; Love et al., 2020; Podaná, 2021; Verschuere et al., 2021). Por otro lado, se menciona al acoso, las conductas controladoras (Aizpurua et al., 2021; Love et al., 2020; Orbea, 2017); las conductas violentas fuera de la pareja, la convivencia con la pareja (Podaná, 2021); y la masculinidad (Sita & Dear, 2021). Esta última se presenta más en casos donde el varón es la víctima, pues le provoca vergüenza o rechazo el creer que su pareja lo violenta, lo cual dificulta reconocer esta situación como tal. A pesar de ello, es importante explorar los factores de riesgo del terrorismo íntimo, pues como se ha mencionado, muchas veces se normaliza y pasa desapercibido por los mismos involucrados.

2.2. La importancia de la acción tutorial ante el terrorismo íntimo

Según lo analizado, el terrorismo íntimo se practica por un integrante de la pareja, quien ejerce un control hostigador y coercitivo (Orbea, 2017). Generalmente fue ejercido por varones, pero, en estudios feministas se ha podido apreciar que se practica con mayor frecuencia por parte de las mujeres (Johnson, 2007). Ante esta problemática y como una forma de generar conciencia sobre la violencia, el INEI (2022) definió la violencia como cualquier acción que genere daño o sufrimiento físico, psicológico o sexual; incluso que generen la muerte. Así, al hablar del malestar psicológico que se genera sobre otra persona, se genera la consideración de ver al terrorismo íntimo como una forma de violencia de pareja. Esto ya que el terrorismo íntimo se manifiesta con prácticas que en algunos países se han normalizado o erróneamente se consideran como manifestaciones de amor, cuidado y protección a la pareja. Por ejemplo, el terrorismo íntimo se manifiesta en celos, actos persecutorios o control de la vestimenta; lo cual genera miedo, temor (Love et al., 2020), impotencia y frustración de parte del cónyuge que sufre este tipo de maltrato (Balfour et al. 2018).

No obstante, es posible que las parejas más jóvenes puedan evitar este tipo de comportamientos desde una edad temprana (Duru et al., 2019). Es importante destacar que, según la Ley Universitaria peruana (Ley Nro. 30220), los estudiantes universitarios tienen derecho a recibir tutoría, según el artículo 87 (Congreso de la República del Perú, 2014). Además, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU, 2020) ha establecido pautas para la educación virtual en las universidades peruanas, que incluyen la implementación de un sistema de e-tutoring para ayudar a los estudiantes y reducir el aislamiento (Mare & Mutezo, 2021). Estas medidas buscan adaptar la educación a la virtualidad mediante el uso de plataformas para la gestión, enseñanza y tutoría virtual.

3. Objetivo de estudio

Ante la problemática social expuesta acerca de los problemas de violencia de pareja a nivel mundial y en el Perú (INEI, 2022; UN, 2022). Particularmente en el caso del

terrorismo íntimo, mediante el cual los varones o mujeres (Johnson, 2007) ejercen coerción hacia sus parejas (Orbea, 2017). Se ha visto necesario implementar un sistema de tutoría virtual, pues estos sistemas logran establecer una relación entre un e-tutor y el estudiante, lo cual beneficia la formación de este último (Mare & Mutezo, 2021). Por estos motivos, el presente estudio tiene como finalidad, sistematizar el proceso de implementación de un sistema de gestión de la e-tutoring dirigido a estudiantes para evaluar los casos de violencia de pareja y terrorismo íntimo en una universidad privada de Lima-Perú. Y para el logro del presente objetivo se plantea la siguiente metodología.

4. Metodología

Al tratarse de un proceso de descripción y análisis de una experiencia educativa, la presente investigación corresponde al tipo de sistematización de experiencias (Jara, 2018). Con una metodología mixta (Leavy, 2017) mediante la cual se detalla el proceso de la implementación de un sistema de e-tutoring aplicando diversas estrategias psicométricas y psicopedagógicas orientadas al bienestar del estudiante.

4.1. Participantes

Para este estudio se procedió mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia (Saumure & Given, 2008) en el cual se contó con la participación de 82 estudiantes universitarios de ambos géneros; 56 mujeres (68,3%) y 26 varones (31,7%) que oscilaban entre 16 a 28 años ($Media^{edad} = 19,94$ años; $DE = 3,04$). Todos tenían relaciones sentimentales de entre 6 meses a 9 años de duración ($Media^{años\ de\ relación} = 2,12$; $DE = 1,64$).

4.2. Instrumentos de evaluación

Escala de Violencia de Pareja y Terrorismo Íntimo. Es un instrumento que consulta al evaluado acerca de las experiencias de pareja en las que se haya vivido agresión física, verbal o psicológica; y también si el evaluado es víctima de terrorismo íntimo. Posee dos dimensiones, **violencia situacional de pareja** desde el ítem 1 al 4. Por ejemplo; el ítem 2: “Creo que permitiría que mi pareja me grite si se ha molestado por algo”. Y la dimensión de **terrorismo íntimo** de los ítems 5 al 8. Por ejemplo; el ítem 7 “Dejaría que mi pareja al estar enojado(da) revise mi celular y vea mis conversaciones”. La encuesta fue diseñada con 7 opciones de respuesta en escala de Likert (totalmente de acuerdo 1 – totalmente en desacuerdo 7). A medida que los estudiantes hacían uso del sistema e-tutoring fueron completando la escala y se logró realizar obtener información de 82 estudiantes que sirvió para el análisis de validez mediante la prueba de ajuste de muestra de Kaiser Mayer y Olkin (KMO) en el que se alcanzó un valor óptimo de ,76 y se alcanzó adecuados niveles de significatividad en Test de Esfericidad de Bartlett ($\chi^2=295,607$; $gl=28$; $p<,001$) evidenciando ser válida (Field, 2009). Luego, el gráfico de sedimentación de Cattell confirmó que la escala posee dos dimensiones (ver Figura 1).

Luego, el análisis de confiabilidad con el coeficiente alfa de Cronbach fue de ,84 para la escala general; y la correlación total de elementos corregida osciló entre ,49 a ,74; demostrando óptimos niveles de confiabilidad (Field, 2009) (ver Tabla 1).

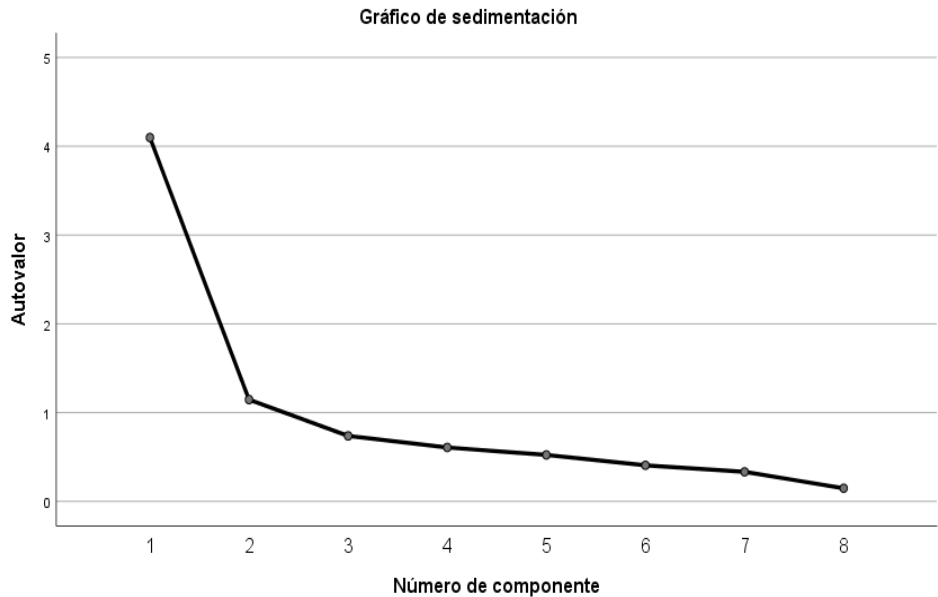


Figura 1 – Gráfico de sedimentación muestra la escala multifactorial de dos dimensiones.

Ítems		Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1	Permitiría que mi pareja me abofetee de alguna forma.	,560	,834
2	Toleraría que mi pareja al enojarse me levante la mano como queriendo golpear-me.	,491	,837
3	Aceptaría que mi pareja me amenace si algo no les agrada	,700	,810
4	Creo que permitiría que mi pareja me grite si se ha molestado por algo.	,611	,822
5	Yo aceptaría que mi pareja me prohíba frecuentar amigos(as) que no son de su agrado.	,613	,823
6	Permitiría que mi pareja me menosprecie si se encuentra furioso(a).	,742	,810
7	Dejaría que mi pareja al estar enojado(da) revise mi celular y vea mis conversaciones.	,464	,852
8	Consentiría que mi pareja controle lo que hago por mis redes sociales.	,638	,818

Tabla 1 – Estadísticos Descriptivos (Medidas de caiguas en centímetros)

5. Resultados

5.1. Propuesta de sistema de gestión de e-tutoring

En la Figura 2 se observa el proceso del sistema de e-tutoring. **Diagnóstico:** se analizaron los casos de violencia de pareja y de terrorismo íntimo registrados en el Departamento Psicopedagógico de la universidad estudiada; identificándose casos de estudiantes que habían sido víctimas de este tipo de violencia. **Planificación de la e-tutoring:** se desarrollaron instrumentos de evaluación psicométrica para que los estudiantes se auto diagnostiquen como víctimas o no de violencia de pareja o terrorismo íntimo. También se implementó en el aula virtual Moodle (2021) un sistema de recursos (videos y lecturas) que explicaban qué era la violencia de pareja

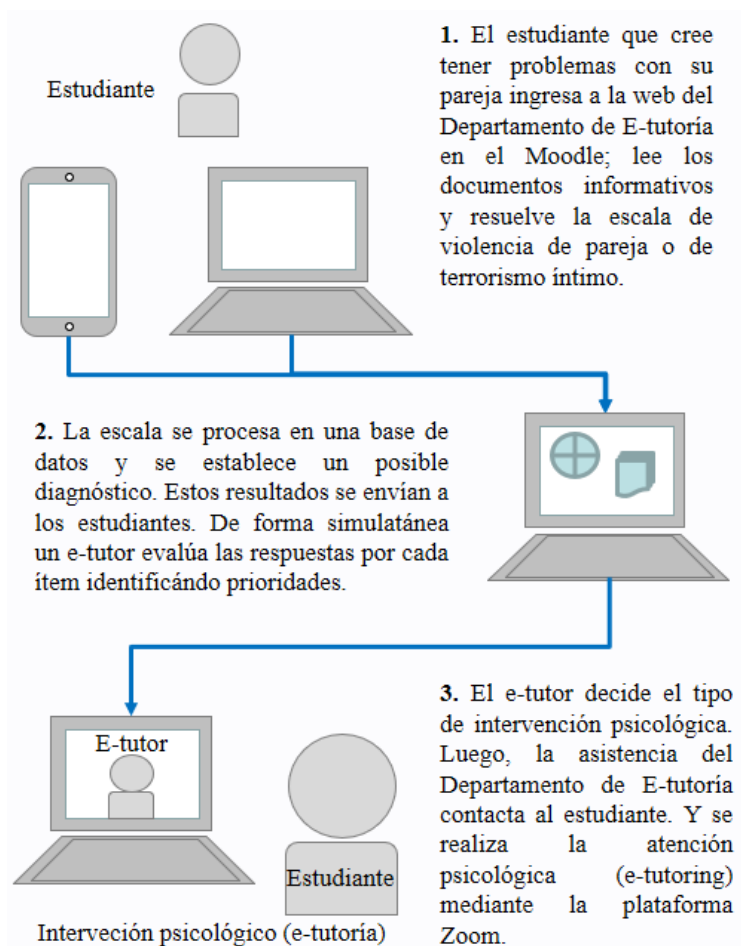


Figura 2 – Fases del proceso de gestión del sistema de e-tutoring para estudiantes víctimas de violencia de pareja o terrorismo íntimo.

y el terrorismo íntimo. Teniendo en cuenta que los estudiantes generalmente se encuentran de acuerdo con el uso de las tecnologías de la información (Vaicondam et al., 2021), se aplicó la metodología del Flipp Classroom (Bergmann et al., 2014). De esta forma los estudiantes se informan de modo asincrónico y llevan a cabo la sesión con el e-tutor, las cuales se desarrollarían de modo sincrónico mediante reuniones Zoom (2020). **Desarrollo de la e-tutoring:** este fue a través de la autoevaluación de los estudiantes sobre violencia de pareja y terrorismo íntimo; como también informándose con los materiales del Moodle (2021). Por otro lado, si el estudiante se sentía violentado o sentía que actuaba incorrectamente ante su pareja solicitaba por teléfono o correo electrónico una consulta con un e-tutor psicopedagogo. Esta consulta se realizaba por Zoom (2020) de forma sincrónica. **Evaluación de logros:** luego de las sesiones de e-tutoring con el e-tutor, el estudiante realizaba una autoevaluación de sus nuevas formas de pensar hacia la violencia de pareja o terrorismo íntimo. Constituyendo una evaluación de índole formativa (Ngan, 2020).

5.2. Estudio diagnóstico (Análisis de medias y exploratorios)

Los estudiantes que resolvieron la escala de violencia de pareja o de terrorismo íntimo fueron evaluados. Así, en la Tabla 2 se observa que los estudiantes reportaron una media de 1,41 para la violencia de pareja; dato que según las opciones de respuesta de la escala indica que están en “total desacuerdo” en haber sido víctimas de violencia física y/o verbal de parte de su pareja. Pero reportaron una media de 1,75 para el terrorismo íntimo; demostrando que estarían “en desacuerdo” con permitir que sus parejas les restrinjan ver a sus amistades, que revisen sus teléfonos o que los controlen por redes sociales.

Muestras de caigua por fecha	N	Mínimo	Máximo	Media (cm)	D.E
Violencia de pareja	82	1	7	1,41	,874
Terrorismo íntimo	82	1	7	1,75	1,140
N válido (por lista)	82				

Tabla 2 – Estadísticos Descriptivos (Medidas de caiguas en centímetros)

Luego, la Figura 3 muestra cómo existen casos de estudiantes varones y mujeres con mayores niveles de haber sido víctimas de violencia de pareja. Algunos ni de acuerdo ni desacuerdo y un caso femenino de acuerdo. Estos casos son los que requieren de la e-tutoring de modo particular para que sepan cómo afrontar esta dificultad.

Además, en la Figura 3 se observan casos particulares de estudiantes de ambos géneros que alcanzan los niveles de relativo acuerdo a de acuerdo; indicando que son víctimas de terrorismo íntimo con mayor frecuencia que la media.

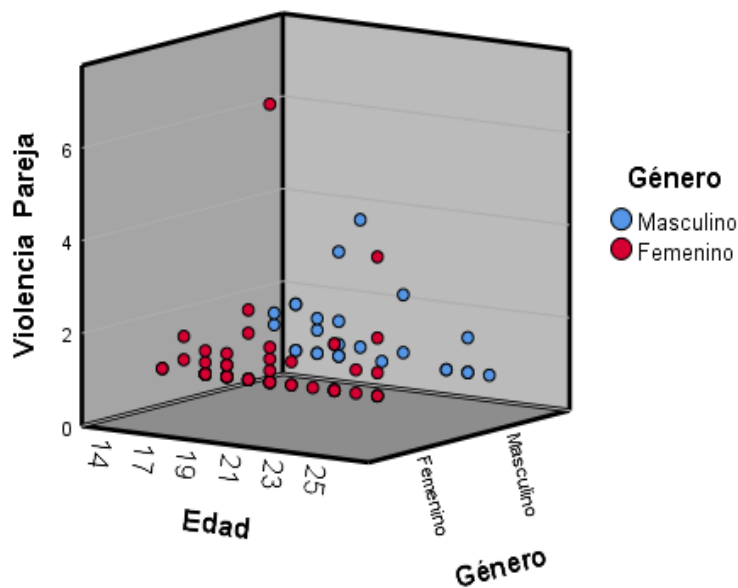


Figura 3 – Diagrama de dispersión que muestra la distribución de los encuestados según la variable violencia de pareja.

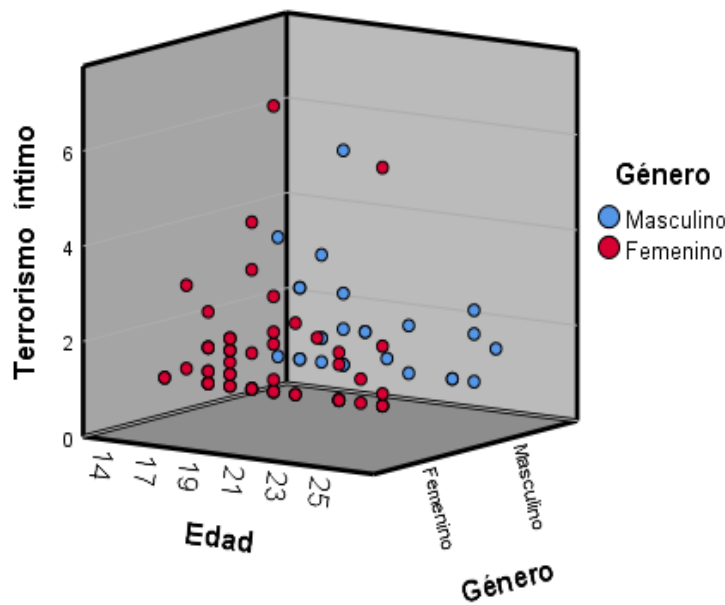


Figura 4 – Diagrama de dispersión que muestra la distribución de los encuestados según la variable terrorismo íntimo.

5.3. Intervención psicológica (e-tutoring)

Se observó que los estudiantes reportaron estar en “total desacuerdo” y “en desacuerdo” con permitir ser víctimas de violencia de pareja y de terrorismo íntimo; ante esto el Departamento de E-tutoring desarrolló charlas informativas y de sensibilización. Se brindaron charlas al 95% de los evaluados. Un 5% fue atendido de forma individual. Se priorizó a los estudiantes que reportaron estar “ni de acuerdo ni desacuerdo” a los que indicaron estar “de acuerdo” en aceptar que su pareja sea violenta con ellos o que ejerza cierto grado de terrorismo íntimo. En total los e-tutores atendieron a 52 estudiantes que fueron contactados y fueron parte de orientación psicológica por un tiempo mínimo de tres sesiones. La primera de insight en la que se daban cuenta que en realidad tenían problemas de violencia de pareja o de terrorismo íntimo; la segunda sesión fue para aprender estrategias de afrontamiento o evitación de estos problemas de pareja. Y la tercera sesión era para consolidar los logros, para entrevistar al evaluado respecto a sus formas de afrontamiento, luego brindarle una retroalimentación. Finalmente, fueron reevaluados.

6. Discusión

El presente estudio tuvo como propósito sistematizar el proceso de implementación de un sistema de gestión de la e-tutoring dirigido a estudiantes para evaluar los casos de violencia de pareja y terrorismo íntimo en una universidad privada de Lima-Perú; tomando como base los estudios de Johnson (2007) que explica de forma detallada este tipo de dificultades en las relaciones de pareja y las consecuencias en las víctimas. Como primer logro, se implementó el sistema de gestión de la e-tutoring desde un proceso voluntario de ingreso y autoevaluación de los estudiantes. Se implementaron las etapas desde la autoevaluación y los documentos informativos para que los estudiantes logren identificar si son o no víctimas de violencia de pareja o terrorismo íntimo. Esto confirma los estudios de Mare y Mutezo (2021) quien sostiene que los sistemas de e-tutoring son de gran apoyo en la educación porque se logra la interacción con e-tutor y favorece a la formación estudiantil. Siendo de mucha ayuda, particularmente en un contexto en el que las víctimas creen que no es necesario pedir ayuda, que creen que es normal que las parejas actúen así y temen quedarse solas (INEI, 2022). Siendo las razones por las que normalizan la violencia de pareja (Duru et al., 2019), y el terrorismo íntimo con sus prácticas coercitivas (Johnson, 2007; 2014), celos y excesivo control (Orbea, 2017). Por ello, se observó la necesidad del acompañamiento del e-tutor para esclarecer cuáles son las prácticas adecuadas en relaciones de parejas sanas.

Luego, los estudiantes evaluados expresan estar en “total desacuerdo” en haber sido víctimas de violencia física y/o verbal de parte de su pareja; así como estar “en desacuerdo” en ser víctima de terrorismo íntimo. Sin embargo, en el proceso, es posible que hayan normalizado estas prácticas violentas (Duru et al., 2019). Esto ya que los ítems de la escala de violencia de pareja y terrorismo íntimo son explícitos; por lo que algunos encuestados pudieron no haber dicho la verdad, como se puede dar en el caso de los varones que son víctimas del terrorismo íntimo (Johnson, 2007). O casos no consultados en la escala como, por ejemplo; los celos, persecución conyugal o el control de la vestimenta, que son perjudiciales generando temor (Love et al., 2020)

y frustración para la víctima (Balfour et al. 2018). Siendo casos que no se reportaron por los encuestados debido a las limitaciones de la encuesta. O por vergüenza (INEI, 2022). Por lo que es una razón para realizar una evaluación más profunda y comprender que la escala solo es una evaluación parcial de la problemática, siendo más completa la intervención mediante la e-tutoring.

Referencias

- Aizpurua, E., Copp, J., Ricarte, J. J., & Vázquez, D. (2021). Controlling Behaviors and Intimate Partner Violence Among Women in Spain: An Examination of Individual, Partner, and Relationship Risk Factors for Physical and Psychological Abuse. *Journal of Interpersonal Violence*, 36(1-2), 231-254. <https://doi.org/10.1177/0886260517723744>
- Balfour, A., Clulow, Ch. & Thompson, K. (2018). *Egaging couples: New directiones in therapeutic work with families*. Routledge.
- Bergmann, J., Sams, A., Cols, S. (2014). What is Flipped Learning? Flipped Learning Network (FLN). http://www.flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FNL_Web.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2014). Nueva Ley Universitaria. Ley N° 30220. Lima. Perú. <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0021/ley-universitaria-30220.pdf>
- Conroy, N. E., & Crowley, C. G. (2022). Extending Johnson's Typology: Additional Manifestations of Dating Violence and Coercive Control. *Journal of Interpersonal Violence*, 37(15-16), NP13315-NP13341. <https://doi.org/10.1177/08862605211005149>
- Duru, P., Örsal, Ö., Kalayci, F. (2019). Evaluation of the Relationships between Students' Intimate Partner Violence Attitudes, Acceptance of Couple Violence and Emotion Management Skills; and Factors Affecting. *3rd International 21st National Public Health Congress*. <https://2019.uhsk.org/ocs236/index.php/UHsk21/UHsk/paper/view/217>
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3era Ed.). Sage publications.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. (2022). 54,9% de mujeres de 15 a 49 años de edad fue víctima de violencia familiar alguna vez en su vida por parte del esposo o compañero. <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-187-2022-inei.pdf>
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano CINDE.
- Johnson, M. (2007). *Domestic violence: The intersection of gender and control*. In L. L. O'Toole, J. R. Schiffman, & M. K. Edwards (Eds.), *Gender violence: Interdisciplinary perspectives* (2nd ed., pp. 257-268). New York University Press (2007).

- Johnson, M., Leone, J. & Xu, Y. (2014). Intimate terrorism and situational couple violence in general surveys: exspouses required. *Violence Against Women*, 20(2), 186-207. <https://doi.org/10.1177/1077801214521324>
- Leavy, P. (2017). *Research Design: Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches*. London: The Guilford Press.
- Love, H. A., Spencer, C. M., May, S. A., Mendez, M., & Stith, S. M. (2020). Perpetrator Risk Markers for Intimate Terrorism and Situational Couple Violence: A Meta-Analysis. *Trauma, Violence, and Abuse*, 21(5), 922-931. <https://doi.org/10.1177/1524838018801331>
- Maré, S. & Mutezo, A. (2021). The effectiveness of e-tutoring in an open and distance e-learning environment: evidence from the university of south africa, *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 36(2), 164-180. <https://doi.org/10.1080/02680513.2020.1717941>
- Moodle. (2021). Start building your online learning site in minutes. <https://moodle.com/getstarted/>
- Ngan, J. (2020). Implications of summative and formative assessment in Japan: A review of the current literature, *International Journal of Education & Literacy Studies*, 8(2), 28-35. <http://dx.doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.8n.2p.28>
- Orbea, M. (2017). ¿Hasta que la muerte los separe? La violencia de pareja en la Tercera Edad. *Novedades en Población*, (26), 134-144. <http://www.novpob.uh.cu/index.php/NovPob/article/viewFile/269/300>
- Podaná, Z. (2021). Patterns of intimate partner violence against women in Europe: Prevalence and associated risk factors. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 75(8), 772-778. <https://doi.org/10.1136/jech-2020-214987>
- Saumure, K. & Given, L. (2008). *Convenience Sample*. In *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods*. Sage.
- Sita, T., & Dear, G. (2021). Four Case Studies Examining Male Victims of Intimate Partner Abuse. *Journal of Aggression, Maltreatment and Trauma*, 30(1), 3-24. <https://doi.org/10.1080/10926771.2019.1709593>
- Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. (2020). Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-los-criterios-para-la-supervision-de-la-adaptacion-resolucion-n-039-2020-sunedu-cd-1865206-1/>
- United Nations. (2006). Facts and figures: Ending violence against women. <https://www.unwomen.org/en/what-we-do/ending-violence-against-women/facts-and-figures>
- Vaicondam, Y., Hishan, S., Begum, S. & Hassan, M. (2021). Information and Communication Technology-Based Education Planning and Attitude of College Students, *International Journal Interactive Mobile Technology*, 15(04), 48-60. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i04.20365>

- Verschuere, B., van Horn, J., & Buitelaar, N. (2021). The Role of Control in Intimate Partner Violence: A Study in Dutch Forensic Outpatients. *Journal of Interpersonal Violence*, 36(7-8), 3400-3410. <https://doi.org/10.1177/0886260518775152>
- Zoom. (2020). Comprehensive Guide to Educating Through Zoom. <https://www.zoom.us/docs/en-us/childrens-privacy.html>, last accessed 2021/01/15.

As Expetativas dos Estudantes Finalistas do Ensino Superior em relação à sua Inserção Profissional

Caetano R.¹, Correia A.²

rita-isabel@live.com.pt; anabela.correia@esce.ips.pt

¹ Instituto Politécnico de Setúbal/ESCE, Campus do Ips, 2910-791 Setúbal, Portugal

² Instituto Politécnico de Setúbal/ESCE, CICE, GOVCOOP/UA, Campus do Ips, 2910-791 Setúbal, Portugal

Pages: 176-190

Resumo: Este estudo tem como principal objetivo conhecer as expetativas dos estudantes em relação à sua inserção profissional. A amostra é constituída por 41 finalistas do ensino superior e o instrumento de recolha de dados consistiu num questionário construído para o efeito. Os resultados revelam que os finalistas tencionam prosseguir os estudos para facilitar a inserção profissional. As dificuldades mais esperadas são a falta de experiência e a elevada competitividade do mercado. Pretendem recorrer à *internet* para encontrar emprego, através de *websites* e do *LinkedIn*. É reconhecida a importância das competências técnicas e comportamentais, sendo que as *soft skills* consideradas mais importantes são a comunicação, o trabalho em equipa, o dinamismo e a resiliência. Os requisitos mais valorizados num emprego são um bom ambiente de trabalho e a possibilidade de progressão de carreira. Verificou-se ainda que embora confiantes no que concerne à sua inserção profissional, a maior parte sente alguma preocupação.

Palavras-chave: Expetativas; Inserção Profissional; Mercado de Trabalho; Competências.

Expectations of Higher Education Finalist Students in relation to their Professional Insertion

Abstract: The main objective of this study is to understand students' expectations in relation to their professional insertion. The sample consists of 41 higher education finalists and the data instrument consisted of a questionnaire built for this purpose. The results show that the finalists intend to continue studies to facilitate their professional insertion. The most expected difficulties are the lack of experience and the high competitiveness of the market. It was found that the finalists intend to use the internet to find a job, through websites and the LinkedIn. The importance of technical and behavioral skills is recognized, with some of the most important soft skills being communication, teamwork, dynamism and resilience. The most valued requirements in a job are a good working environment and the possibility of career progression. It was found that although part of the sample feels confident about their professional insertion, most respondents feel concern and anxiety.

Keywords: Expectations; Professional Insertion; Labor Market; Skills.

1. Introdução

A entrada no mercado de trabalho é uma fase decisiva na vida dos estudantes, pois consiste na transição do ensino para um ambiente profissional (Agostinho, 2018). Na fase final do ciclo de estudos da licenciatura, grande parte dos estudantes anseia por iniciar a sua vida profissional na área que escolheram. Deste modo, estes finalistas criam determinadas expetativas sobre o seu primeiro emprego ou estágio, as tarefas que lhes serão entregues e as condições que lhes serão oferecidas.

A inserção profissional dos finalistas faz parte de um processo muito significativo na vida destes estudantes, dado que representa o começo da sua carreira profissional e de novos desafios (Agostinho, 2018). Este processo inicia-se quando os finalistas começam a procurar emprego após a conclusão do seu percurso académico e é frequente serem encontrados alguns obstáculos, tais como a instabilidade do mercado de trabalho e a normalização das modalidades de trabalho flexível (Duque et al., 2017; Marques, 2020). Segundo os autores, este processo pode ser, nalguns casos, difícil e prolongar-se no tempo, o que poderá ser diferente das expetativas de um finalista.

É frequente que as expetativas dos finalistas sejam diferentes da experiência que estes acabam por ter no começo da sua vida profissional, o que pode causar alguma frustração e uma consequente alteração dos planos de vida que pensavam seguir (Duque et al., 2017). Esta situação acontece porque quando um estudante toma a decisão sobre que carreira seguir pode ainda não ter uma real perceção sobre a realidade do mercado de trabalho, assim como as condições necessárias para avaliar como será a sua vida após a conclusão dos estudos (Buscacio & Soares, 2017).

O objetivo principal deste estudo é conhecer as expetativas dos finalistas de licenciatura de uma instituição do ensino superior portuguesa em relação à sua inserção profissional. Em específico, pretende-se: 1) conhecer a perceção dos finalistas em relação ao processo de inserção profissional; 2) analisar quais são as competências adquiridas no ensino superior consideradas mais importantes para a inserção no mercado de trabalho; 3) identificar os aspetos mais valorizados pelos finalistas na procura de emprego; 4) conhecer o nível de confiança e os receios dos finalistas relativamente à inserção profissional.

Considera-se que este tema é pertinente, dado que a compreensão das expetativas dos finalistas de licenciatura relativamente à inserção profissional poderá contribuir para um acompanhamento adequado deste processo. Este apoio aos estudantes por parte das instituições de ensino superior seria de elevada importância, dado que se tiverem conhecimento das características do atual mercado de trabalho, terão expetativas mais realistas em relação ao seu primeiro emprego ou estágio, conforme referem Agostinho (2018), Christie (2016) e White (2017). Os dados obtidos poderão potenciar uma adaptação das ferramentas de apoio à integração de finalistas, em relação à obtenção de informações sobre o mercado de trabalho e de todo o processo que envolve a inserção profissional.

2. Revisão da Literatura

2.1. A Inserção Profissional dos Finalistas e as suas Expetativas

A entrada dos finalistas no mercado de trabalho é um processo por vezes complexo e que se pode prolongar no tempo (Duque et al., 2017). Quando estão prestes a concluir a

licenciatura, é inevitável que os estudantes criem determinadas expetativas sobre como será o início da sua carreira profissional. Poderão pensar na dimensão da organização em que vão trabalhar, na rapidez com que vão ser contratados, no número de entrevistas para que serão seleccionados, nas responsabilidades que lhes serão incumbidas e no tipo de superior hierárquico que terão. No entanto, grande parte destas expetativas acabam por sofrer alterações ao longo do processo de inserção profissional, devido às primeiras experiências que os finalistas vivenciam (Marques, 2020).

No estudo de Christie (2016), são referidos vários obstáculos encontrados pelos finalistas no processo de inserção profissional. A exigência de experiência profissional prévia por parte das empresas é um destes fatores, dado que os recrutadores dão prioridade aos candidatos que já tenham trabalhado na área. A fraca rede de contactos é outro fator que pode dificultar a obtenção de um emprego, à semelhança do que refere Marques (2020) e White (2017), assim como a ausência de resposta às candidaturas. No entanto, a investigadora concluiu que a média final do curso não é um fator relevante para a inserção profissional nas áreas profissionais analisadas, sendo que a experiência profissional é o fator de maior importância.

As conclusões do estudo de Christie (2016) revelam ainda que grande parte dos finalistas experienciam rejeição no processo de inserção profissional. Esta rejeição é frequentemente sentida com a ausência de resposta aos currículos enviados. Alguns participantes deste estudo mencionaram que o processo de candidatura a determinados empregos é complexo e demorado, e quando recebem efetivamente uma resposta negativa, esta não revela as verdadeiras razões para tal, o que não tem utilidade para os candidatos. Quando conseguem ser seleccionados para uma entrevista de emprego, é igualmente frequente não terem resposta após a realização da mesma caso não tenham sido escolhidos para o emprego, e também não lhes são revelados os motivos para a rejeição. Esta experiência provoca um sentimento de desmoralização e frustração nos finalistas, pois não conseguem perceber as razões para o insucesso das candidaturas e, conseqüentemente, não serem contactados para entrevistas de emprego. Este sentimento de frustração deve-se igualmente ao facto de que o finalista que tenha dificuldade em integrar-se no mercado de trabalho pode ver a sua empregabilidade reduzida por longos períodos, visto que entra num ciclo repetitivo de não conseguir emprego. Quanto mais tempo estiver excluído do mercado de trabalho, maior é a dificuldade em integrar-se (Christie, 2016; Marques, 2020).

As *soft skills* foram apontadas como sendo competências essenciais para aumentar a empregabilidade de um finalista que não tenha experiência profissional na área de estudo (Agostinho, 2018; Dias et al., 2015; Monteiro et al., 2017; Paulos et al., 2017). Algumas das competências mais relevantes são a perseverança, o trabalho em equipa, a gestão do tempo, a polivalência, a autonomia, a flexibilidade, a capacidade de adaptação, de tomada de decisões e de resolução de problemas e a aptidão para a comunicação oral e escrita. Determinados empregadores exigem que os candidatos possuam o maior número de competências possível e que possuam o perfil de trabalhador ideal, para que sejam capazes de executar múltiplas tarefas, algumas destas além da função para a qual serão contratados (Dias et al., 2015; Paulos et al., 2017).

Conforme o estudo de Agostinho (2018), cuja investigação teve uma amostra de 465 finalistas e recém-diplomados da Universidade de Lisboa, os finalistas que se encontram

à procura do primeiro emprego dão igual importância às *hard* e *soft skills*. Por outro lado, os participantes com experiência profissional prévia consideram as *soft skills* mais importantes. Segundo a autora, esta diferença de opiniões pode estar relacionada com o facto de as pessoas com experiência profissional terem uma maior perceção da importância que estas competências têm no exercício das atividades profissionais, visto que estas capacidades são diferenciadoras e facilitam a integração profissional.

Uma competência adicional que é valorizada no mercado de trabalho é o conhecimento de línguas estrangeiras (Hahm & Gazzola, 2022). Os autores referem que quanto maior for a proficiência num idioma diferente da língua materna maior é a probabilidade de ter um salário mais elevado. Deste modo, referem que é importante desenvolver esta competência ao longo do percurso educativo.

No estudo de Paulos et al. (2021), os investigadores estudaram a importância do grau de confiança dos graduados relativamente às suas competências, durante a sua transição da universidade para o mercado de trabalho. Foi realizado um questionário *online* que originou uma amostra de 694 graduados de duas instituições de ensino superior portuguesas, que completaram os estudos nos últimos cinco anos e estavam à procura de emprego. Estes poderiam ter experiência profissional prévia ou não. Os resultados revelaram que os graduados estavam confiantes relativamente às suas competências de trabalho de grupo, entreajuda e resolução de problemas inesperados. Durante a procura de emprego, os inquiridos também revelaram capacidades de persistência e de otimismo, mesmo quando recebiam respostas negativas aos currículos enviados. Paulos et al. (2021) concluíram igualmente que quanto maior a idade dos graduados, maior é o nível de confiança nas suas capacidades de adaptação a um novo emprego, devido às aprendizagens obtidas em experiências profissionais anteriores.

2.2. O Papel das Instituições de Ensino Superior

Segundo Paulos et al. (2017), o conceito de empregabilidade tem vindo a evoluir nas últimas décadas, dado que o foco da discussão sobre este tema alterou-se dos problemas do mercado de trabalho para se começar a focar na empregabilidade dos finalistas em processo de inserção profissional. Deste modo, os diplomados acarretam a responsabilidade de mostrarem as suas competências aos empregadores para conseguirem um contrato de trabalho. Os autores afirmam que os graduados relacionam as oportunidades do mercado de trabalho com o seu próprio empenho em encontrá-las, ao invés de terem em consideração o papel decisivo das políticas de emprego e dos próprios empregadores.

Neste contexto, as universidades têm um papel importante no processo de inserção profissional dos seus diplomados. Monteiro et al. (2017) referem que as instituições de ensino superior são responsáveis por auxiliar os estudantes a desenvolver competências transversais para a generalidade das áreas profissionais, além de ensinarem os conteúdos programáticos específicos de cada área de estudo. Estas competências permitirão aos finalistas ter maior proatividade e capacidade de adaptação a novos e diferentes contextos, o que se tornou essencial para a inserção profissional.

Agostinho (2018) e Christie (2016) referem que os estudantes sentem a necessidade de receber um apoio mais estruturado por parte das instituições de ensino, através

de estratégias que incluem o aconselhamento individual com tutores, *workshops* relacionados com empregabilidade e inserção profissional, o incentivo à realização de atividades extracurriculares, a obrigatoriedade de realizar estágios integrados no curso e sessões sobre carreiras e empreendedorismo, entre outras. Estas atividades serão elementos facilitadores na entrada para o mercado de trabalho. No mesmo sentido, seguem as conclusões de Gamboa et al. (2018), que afirmam que as instituições de ensino superior devem promover competências de gestão de carreira, assim como disponibilizar atividades aos estudantes que lhes permitam aumentar o seu grau de confiança relativamente à transição para o mercado de trabalho, tais como estágios e exercícios de observação da atividade profissional.

O ensino superior deve ser um período de crescimento individual e de desenvolvimento da competência de pensamento crítico (Agostinho, 2018; Christie, 2016; Gamboa et al., 2018; Monteiro et al., 2019). Estes autores consideram que é essencial que as instituições de ensino superior promovam e incentivem a capacidade de pensamento crítico dos estudantes, pois esta competência tornará os finalistas aptos para enfrentar o processo de inserção profissional após o término dos estudos e será uma ferramenta útil para que estes encontrem o trajeto que lhes permitirá atingir a realização pessoal e profissional. O desenvolvimento da capacidade de pensamento crítico contribui igualmente para o incentivo à iniciativa e inovação por parte dos diplomados. Neste sentido, Monteiro et al. (2017) afirmam que é fundamental que os estudantes sejam incentivados a ter iniciativa em promover a sua própria empregabilidade, através do envio de candidaturas espontâneas e para vagas de estágios curriculares e profissionais. Estes autores afirmam igualmente que o número de diplomados que inicia projetos de empreendedorismo ou que trabalha por conta própria é muito reduzido, o que revela a necessidade de promover projetos deste âmbito no ensino superior.

Segundo White (2017), os profissionais responsáveis por serviços de apoio na transição do ensino superior para o mercado de trabalho consideram que estes apoios deveriam estar incluídos nos planos de atividades dos cursos, para que fossem de frequência obrigatória. Dias et al. (2015) argumentam em concordância com esta obrigatoriedade, referindo que os períodos de estágio deveriam ser distribuídos ao longo do curso e não exclusivamente no final, de forma a maximizar o impacto positivo. Esta estratégia permitiria ultrapassar a insuficiência do desenvolvimento de ferramentas facilitadoras da transição do ensino superior para o mercado de trabalho (Agostinho, 2018). Os profissionais destes serviços de apoio consideram que muitos dos finalistas com quem trabalham têm expetativas irrealistas em relação ao começo do seu percurso profissional, pois entendem que têm direito a um emprego na sua área de estudos por possuírem as qualificações para tal, o que dificulta a sua transição para o mercado de trabalho. À semelhança dos recém-graduados entrevistados, os profissionais de serviços de apoio à inserção profissional consideram que a criação de uma rede de contactos pode facilitar este processo de transição. A participação em atividades extracurriculares e voluntariado, por exemplo, são importantes para a criação desta rede (White, 2017).

2.3. As Expetativas dos Finalistas sobre o Emprego

No decorrer da licenciatura, e principalmente no último ano da mesma, os estudantes começam a criar determinadas expetativas sobre como será o começo da sua vida

profissional. Através da realização de entrevistas a 22 estudantes de duas instituições de ensino superior do Rio de Janeiro, Cavazotte et al. (2012) concluíram que os finalistas pretendem ter oportunidades de progressão de carreira, evitar a estagnação na mesma função, ter um bom salário, conforme as funções exercidas, estabilidade das condições oferecidas, flexibilidade e um bom ambiente de trabalho, entre outros fatores. Estas são as condições ideais que pretendem obter no início da carreira e ir desenvolvendo com os anos de experiência. No entanto, como o mercado de trabalho é instável (Christie, 2016; Duque et al., 2017), estas expetativas frequentemente acabam por não corresponder à realidade.

Deste modo, é frequente que o ensino superior seja visto como uma estratégia para obter emprego qualificado com relativa facilidade, ao invés de ser uma experiência enriquecedora e que potencia o desenvolvimento pessoal (Monteiro et al., 2019). Assim, existe uma ideia preconcebida por parte de muitos estudantes que ao ingressarem no ensino superior conseguirão ter sucesso profissional e obter um emprego na sua área de estudos com relativa facilidade. Estas expetativas podem eventualmente não se realizar, o que pode provocar frustração com o mercado de trabalho.

As conclusões do estudo de White (2017) confirmam estas expetativas, dado que apesar de parte dos finalistas estarem otimistas em relação à sua inserção profissional, constatou que alguns destes estudantes se encontravam desempregados ou em empregos precários após a conclusão dos estudos. Para estes graduados, foi difícil adaptar os objetivos à realidade do mercado de trabalho, visto que consideravam que mereciam um emprego adequado às suas qualificações. Além disso, afirmaram que existe uma escassez de oportunidades de emprego para recém-graduados com pouca ou nenhuma experiência profissional. O estudo de Sagnier e Morell (2021) confirma estas conclusões, pois constataram que mais de metade dos jovens que possuem pouca experiência profissional consideram que o processo de inserção profissional será difícil.

Torna-se relevante perceber quais são as expetativas mais frequentes dos finalistas em relação ao mercado de trabalho. De acordo com o estudo de Robak (2017), que investigou as expetativas dos diplomados em relação ao equilíbrio entre a vida pessoal e profissional, concluiu-se que os finalistas que atualmente entram no mercado de trabalho pretendem obter empregos com remunerações acima da média, mas dando prioridade à sua vida pessoal e familiar.

Deste modo, é perceptível que a generalidade dos finalistas espera ter uma inserção profissional relativamente rápida, através de um estágio ou emprego que lhes ofereça possibilidades futuras de desenvolvimento da carreira, flexibilidade e boas condições laborais, assim como lhes permita ter um equilíbrio satisfatório entre a vida pessoal e profissional. Assim, torna-se relevante perceber quais são as expetativas dos estudantes finalistas do ensino superior em relação à sua inserção profissional, para que se possam comparar os dados obtidos com outras investigações.

3. Procedimentos Metodológicos

A população que será alvo deste estudo é constituída pelos estudantes finalistas de licenciatura de uma instituição do ensino superior do ano letivo de 2021/2022, que correspondem a 611 finalistas, de oito licenciatura da área da gestão. A amostra é constituída por 41 finalistas, o que equivale a uma taxa de resposta de 6,74%. Apesar da

sensibilização aos estudantes para a participação no questionário, é possível que a taxa de resposta tenha sido reduzida devido ao facto dos finalistas se encontrarem a iniciar o estágio curricular e estarem focados nesta experiência. A maioria dos participantes são do sexo feminino (65.9%), têm até 25 anos (78.1%), são solteiros (78 %) e do Curso de Gestão de Recursos Humanos – diurno e pós-laboral (48.8%). Em relação à média final prevista, 61.0% antecipam obter entre 14 e 15 valores. No que se refere à situação atual dos participantes, 56.1% são exclusivamente estudantes.

Relativamente ao procedimento para obter a amostra, depois de autorizado o estudo, foi enviado pela Direção da instituição um questionário aos estudantes via correio eletrónico. A recolha dos dados foi realizada em julho de 2022.

Para este estudo, foi construído um questionário tendo como base a revisão da literatura e os objetivos propostos. O questionário encontra-se dividido em duas partes. A primeira parte é composta por quatro grupos de questões, que são compostos por um total de 22 itens. Cada grupo corresponde a uma dimensão do estudo: 1) perceção dos finalistas em relação ao processo de inserção profissional (11 itens); 2) competências que os estudantes consideram importantes para a inserção no mercado de trabalho (7 itens); 3) requisitos valorizados pelos finalistas na procura de emprego (1 item); 4) nível de confiança e receios dos finalistas relativamente à inserção profissional (3 itens). As questões foram construídas com escalas tipo “Likert” de cinco pontos. A segunda parte deste questionário corresponde a questões relativas às variáveis sociodemográficas dos inquiridos. É relevante mencionar que foi aplicado um pré-teste a cinco estudantes finalistas, com o objetivo de verificar a legibilidade e a compreensão do instrumento. Foi possível identificar alguns problemas, relativamente a uma das questões, pelo que foi alterada.

Os dados obtidos através do questionário foram tratados com recurso ao *software* SPSS, no qual se efetuou uma análise descritiva com frequências, médias e desvio padrão.

4. Resultados e Discussão

4.1. Perceção dos Finalistas em relação ao Processo de Inserção

No gráfico 1 apresentamos as opções de percurso que os finalistas pretendem seguir após a conclusão da licenciatura constatando-se que a procura de emprego, o prosseguimento de estudos e a realização de um estágio profissional, são as opções que os estudantes consideram como os percursos mais prováveis após a conclusão da licenciatura. Por outro lado, fazer um ano sabático (para viajar, participar em projetos de voluntariado, realizar atividades com foco no desenvolvimento pessoal, ...) ou emigrar são as opções que os inquiridos determinaram como menos prováveis após a conclusão da licenciatura.

No que se refere à importância do estágio curricular no percurso profissional, observou-se que a maioria dos inquiridos considera que o estágio curricular será uma experiência profissional importante no seu percurso profissional ($M = 4,22$; $DP = .909$). Os dados obtidos são semelhantes às conclusões que Dias et al. (2015) e O'Higgins e Pinedo (2018) retiraram nos seus estudos. As aprendizagens obtidas em contexto real de trabalho

contribuem para conhecer as exigências da área profissional (Gamboa et al. 2018) e os finalistas podem colocar em prática as aprendizagens obtidas no curso, ganhar novos conhecimentos, perceber qual a área de especialização em que gostariam de desenvolver a carreira e adquirir confiança nas próprias capacidades (Kapareliotis et al., 2019).

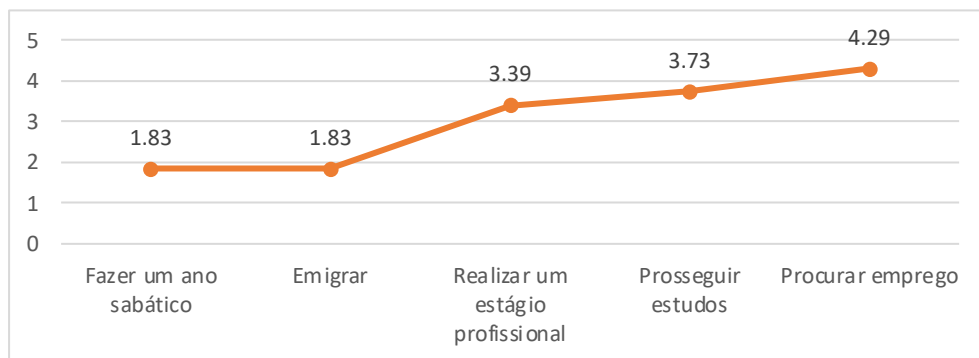


Gráfico 1 – Média das opções de percurso após a licenciatura

Relativamente à facilidade de inserção profissional na respetiva área de estudo a maioria considera que o processo de inserção será fácil (51,2%), mas uma parte significativa da amostra (39 %) selecionou a opção intermédia, o que pode revelar incerteza. Estas expetativas encontram-se alinhadas com as conclusões do estudo de Paulos et al. (2021), no qual se concluiu que os finalistas estavam confiantes relativamente às suas competências e demonstravam capacidades de persistência e de otimismo durante a procura de emprego. No entanto, contrariamente aos dados obtidos neste estudo, Sagnier e Morell (2021) concluíram que mais de metade dos jovens que possuem pouca experiência profissional consideram que o processo de inserção profissional será difícil.

No que diz respeito à relevância da média final de licenciatura como elemento facilitador da inserção profissional na área de estudo, constatou-se que os inquiridos têm alguma dispersão de opiniões. Os dados obtidos revelam que uma parte significativa da amostra não possui uma opinião estabelecida sobre a importância da sua média final para facilitar a inserção profissional. Christie (2016) afirma que a média não é um fator relevante para a inserção profissional em determinadas áreas profissionais, sendo que a experiência é o fator mais valorizado.

No que se refere à previsão temporal para obter emprego após a licenciatura, conclui-se que cerca de metade dos inquiridos, 51,2%, espera obter emprego num prazo de 3 meses e que 31,7% espera ficar empregado até 6 meses. Um número mais reduzido da amostra considera que encontrará emprego até 1 ano (14,6%). No mesmo sentido, Sagnier e Morell (2021) concluíram que 72% dos jovens desempregados encontram-se à procura de emprego há menos de 6 meses, o que é um período temporal ligeiramente mais elevado do que as expetativas dos inquiridos. Ainda assim, estas expetativas não estão de acordo alguma literatura, dado que a entrada no mercado de trabalho pode ser um processo complexo e prolongado no tempo, segundo Duque et al. (2017).

Ao serem questionados sobre se a procura de emprego seria exclusivamente na sua área de estudo, a maioria afirmou que seria provável, sendo que esta variável teve uma média de 4,02 (DP = .987). Ainda assim, quando questionados se estariam disponíveis para trabalhar noutras áreas, a maioria também referiu que seria provável, com uma média de probabilidade de 3,93 (DP = 1.010). Em contrapartida, ao serem inquiridos sobre se procurariam emprego em qualquer área profissional, grande parte da amostra afirmou que seria pouco provável, sendo que esta variável obteve uma média de 2,71 (DP = 1.123). Isto demonstra que os inquiridos têm o objetivo de colocar os seus conhecimentos em prática e obter experiência profissional na área que estudaram, o que está de acordo com Marques (2020).

Relativamente aos métodos para encontrar emprego que serão utilizados pelos finalistas, expomos os resultados no gráfico 2.

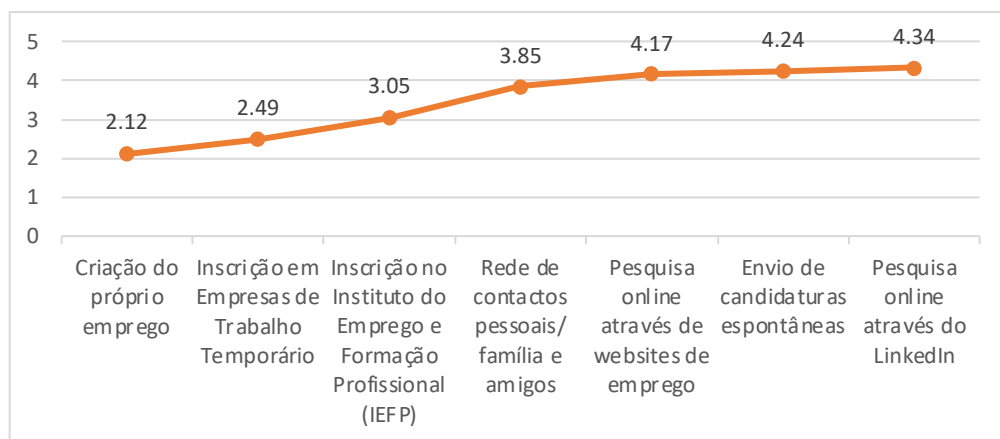


Gráfico 2 – Média dos métodos para encontrar emprego na área de estudo

Constatou-se que os inquiridos irão recorrer com maior probabilidade ao envio de candidaturas espontâneas ($M = 4.24$; $DP = 1.019$), à pesquisa online através do LinkedIn ($M = 4.34$; $DP = .883$), à pesquisa online através de websites de emprego ($M = 4.17$; $DP = .998$) e à rede de contactos pessoais/família e amigos ($M = 3.85$; $DP = 1.038$). Por outro lado, demonstraram uma maior dispersão de respostas em relação à inscrição no Instituto do Emprego e Formação Profissional ($M = 3.05$; $DP = 1.182$). Constatou-se ainda que existe um menor interesse em recorrer a métodos como a inscrição em empresas de trabalho temporário ($DP = 1.143$) e a criação do próprio emprego ($DP = 1.382$). O recurso à internet, através de websites de emprego, da rede social LinkedIn e do envio de candidaturas espontâneas a empresas do seu interesse revelam a capacidade de iniciativa dos finalistas, uma vez que promovem a sua própria empregabilidade. No entanto, os inquiridos afirmam, na sua maioria, que a inscrição em empresas de trabalho temporário será pouco provável, potencialmente devido à incerteza e precariedade que o trabalho temporário oferece, como afirma Marques (2020). A criação do próprio emprego é igualmente uma opção pela qual a amostra demonstra pouco interesse, à

semelhança do que concluíram Monteiro et al. (2017) no seu estudo, devido à insegurança profissional que pode eventualmente proporcionar.

No que diz respeito à obtenção de um contrato sem termo (efetivo) no primeiro ano após a conclusão dos estudos, a maior parte discorda que conseguirá obter um contrato com esta característica enquanto recém-licenciado (34,1%). No entanto, 19,5% considera que poderá obter um contrato efetivo com rapidez. Este resultado está de acordo com Monteiro et al. (2019), que referem que atualmente é cada vez menos frequente um finalista obter um emprego a tempo inteiro, com um contrato de longo prazo e garantias de segurança profissional. Igualmente de acordo estão as conclusões de Sagnier e Morell (2021), que constataram que 51% dos jovens tem vínculos contratuais instáveis.

Ao analisar as expetativas salariais na primeira experiência profissional após a licenciatura, observou-se que 48,8% da amostra espera receber o salário mínimo nacional e 43,9% acredita na possibilidade de auferir valores até dois salários mínimos. Apenas 7,3% (n=3) considera que poderá auferir mais de dois e até cinco salários mínimos. A expetativa salarial de metade dos inquiridos não é muito elevada, visto que não esperam receber mais do que o salário mínimo nacional enquanto recém-licenciados, o que está de acordo com as conclusões dos estudos de Duque et al. (2017) e Sagnier e Morell (2021). Ainda assim, 43,9% da amostra possui a expetativa de auferir até cerca de 1400 euros, o que poderá ser uma possibilidade, conforme é indicado pela literatura analisada.

4.2. Competências adquiridas no Ensino Superior Consideradas mais importantes pelos Estudantes para a Inserção no Mercado de Trabalho

Em relação às competências desenvolvidas durante a licenciatura e a comparação com as competências mais importantes para os estudantes, apresentamos o gráfico 3.

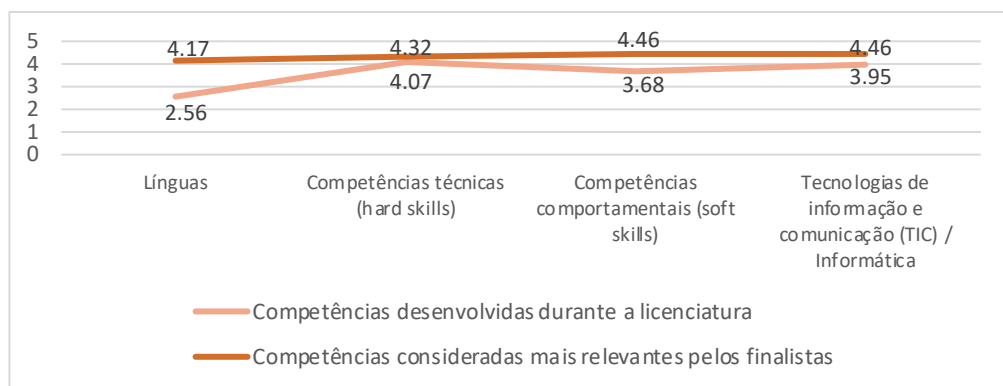


Gráfico 3 – Competências desenvolvidas e consideradas mais relevantes pelos finalistas (médias)

Verificou-se que existe algum equilíbrio entre a formação facultada aos finalistas e as competências que estes consideram mais relevantes para a sua inserção profissional, de acordo com os inquiridos. A exceção ocorre na competência das línguas, visto que a média de concordância dos inquiridos sobre o desenvolvimento desta competência

durante a licenciatura é baixa. Segundo Hahm e Gazzola (2022), as competências linguísticas devem ser desenvolvidas ao longo do percurso educativo. Visto que os finalistas consideram esta competência tão importante como as restantes, as instituições de ensino superior devem apostar no seu desenvolvimento.

Em relação às soft skills mais importantes identificadas pelos inquiridos, contactámos que são a comunicação, o trabalho em equipa, o dinamismo, a resiliência e a empatia. Estas soft skills estão de acordo com a literatura analisada. O dinamismo, a resiliência, o pensamento crítico e a resolução de problemas e conflitos, são competências mencionadas no relatório do World Economic Forum (2020) como exigidas pelas empresas na atualidade. A comunicação, o trabalho em equipa, a empatia, a gestão do tempo e a autonomia são importantes para a inserção profissional como constatado em múltiplos estudos (Agostinho, 2018; Dias et al. 2015; Monteiro et al., 2017; Paulos et al., 2017).

No que se refere à formação relativa ao *curriculum vitae* e às entrevistas de emprego, constatou-se que existe uma elevada dispersão de opiniões, no caso da formação sobre o *curriculum vitae* a média é de 3.20 (DP = 1.4) e na formação sobre entrevistas de emprego é de 3.00 (DP = 1.449). Em relação à elaboração de currículos, 24,4% da amostra concorda que recebeu formação, e no caso das entrevistas de emprego estão de acordo 31,7%. Ainda assim, o número de inquiridos que discorda totalmente de ter recebido formação sobre estas competências é significativo, com 17,1% no caso dos currículos e 26,8% nas entrevistas.

Relativamente à origem da formação sobre o *curriculum vitae* e entrevistas de emprego, verifica-se que a pesquisa através dos próprios meios é a variável que teve a média de concordância mais elevada, de 4,10. A formação sobre *curriculum vitae* e entrevistas de emprego é essencial para a inserção profissional, de acordo com Christie (2016).

Quanto à satisfação com os recursos oferecidos pela instituição para desenvolvimento das competências comportamentais e para auxílio no processo de inserção profissional, cerca de metade dos inquiridos (48,8%) não tem opinião consolidada sobre o assunto, tendo selecionado “não concordo nem discordo”. Ainda assim, 43,9% concordam com a adequação destes recursos. Os dados evidenciam que as aprendizagens obtidas na licenciatura foram adequadas para a entrada no mundo profissional, segundo a maioria dos inquiridos, o que está de acordo com as conclusões de Duque et al. (2017). De acordo com Agostinho (2018), Christie (2016) e Gamboa et al. (2018), as instituições de ensino superior devem promover competências de gestão de carreira e promover o aconselhamento individual com tutores, para que os estudantes tenham mais confiança nas suas capacidades.

4.3. Requisitos no trabalho mais valorizados pelos finalistas

Com o objetivo de perceber quais os requisitos mais valorizados pelos finalistas *na procura de emprego*, apresentamos o gráfico 4.

Constatou-se que os inquiridos atribuem maior importância à existência de um bom ambiente de trabalho ($M = 4.80$; $DP = .459$) e à possibilidade de progressão de carreira na empresa ($M = 4.61$; $DP = .666$), o que está de acordo com as conclusões de Cavazotte et al. (2012) e Robak (2017). Adicionalmente, a estabilidade profissional, um salário competitivo, a flexibilidade de horários, a distância entre casa e trabalho, o acesso a

formações para desenvolvimento de competências, o desenvolvimento de projetos inovadores e os subsídios de refeição e transporte também foram apontados pela amostra como sendo importantes. O telemóvel e o carro da empresa foram considerados como menos importantes. Estas variáveis refletem que os finalistas pretendem evitar a incerteza profissional e encontrar um emprego que lhes ofereça as melhores condições e equilíbrio entre a vida pessoal e profissional (Robak, 2017).

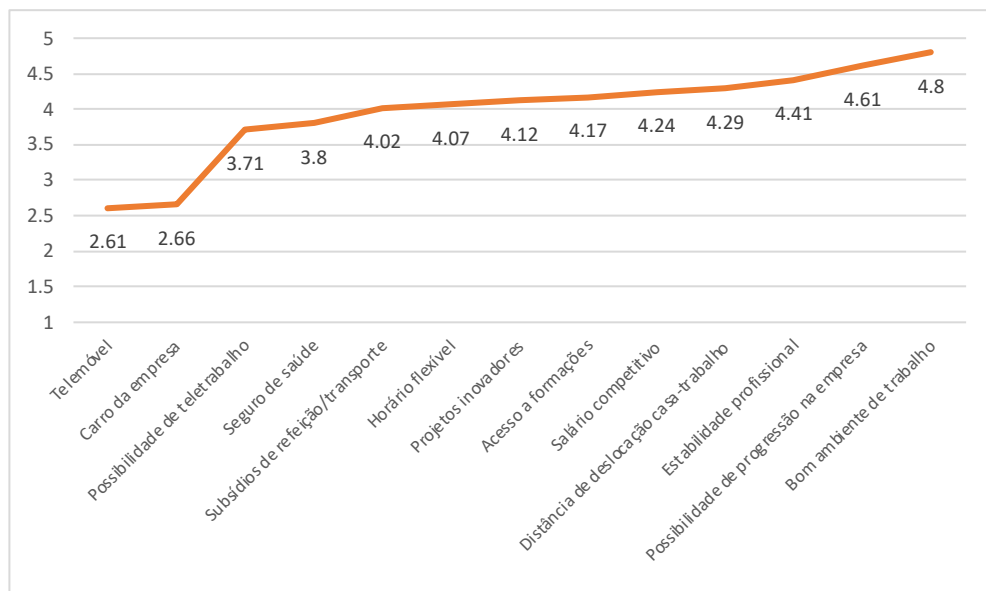


Gráfico 4 – Média dos requisitos considerados mais importantes na procura de emprego

4.4. Nível de confiança e receios relativamente à inserção profissional

Em relação ao nível de confiança acerca da sua inserção profissional, verificou-se que a maioria dos inquiridos se sente confiante em relação à sua inserção profissional, dado que a média foi de 3,71. Verificou-se igualmente que os inquiridos que são trabalhadores-estudantes possuem um nível de confiança superior (4,11) em relação aos participantes que são exclusivamente estudantes (3,39).

Constatou-se que a maior parte dos inquiridos sente preocupação e ansiedade relativamente à sua inserção profissional (60,9%). Verificou-se que os maiores receios são não serem contactados para entrevistas, não terem competências suficientes para executar as funções com sucesso, perceberem que não têm vocação para trabalhar na área, estarem desempregados mais de um ano após a licenciatura e terem uma primeira experiência profissional negativa. A existência de um número insuficiente de ofertas de emprego na área de estudo e a necessidade de emigrar tiveram médias de concordância mais reduzidas, com 3,12 e 2,63, respetivamente, sendo que o receio de emigrar foi a variável que teve o desvio padrão mais elevado ($DP = 1.545$). Os dados refletem que a maior parte da amostra sente confiança no que concerne à sua inserção profissional, o que está de acordo com Paulos et al. (2021) e White (2017). Adicionalmente, concluiu-

se que a maior parte dos inquiridos sente preocupação e ansiedade relativamente à sua inserção profissional, como se constata em múltiplos estudos, como por exemplo em Duque et al. (2017), Marques (2020), Paulos et al. (2017) e Sagnier e Morell (2021), que relacionam estes sentimentos com a possível precariedade que os finalistas possam vir a enfrentar. Verifica-se que alguns dos motivos responsáveis por esta ansiedade, segundo os inquiridos, são o receio da ausência de contactos por parte de recrutadores para participar em entrevistas, da insuficiência de competências para executar as funções com sucesso, da percepção de que não possuem vocação para trabalhar na área para a qual estudaram, de permanecer desempregado mais de um ano após a licenciatura e de ter uma primeira experiência profissional negativa. Estes receios estão em conformidade com as conclusões de Christie (2016), Marques (2020), Monteiro et al, (2019) e White (2017).

5. Considerações Finais

O mercado de trabalho atual caracteriza-se pelo crescimento das modalidades de trabalho flexível (Marques, 2020), tendência que foi afetada com o surgimento da pandemia COVID-19, que provocou o aumento do desemprego nos trabalhadores mais jovens com contratos desta tipologia (Mamede et al., 2020). Assim, a inserção profissional dos finalistas tornou-se mais complexa. Esta fase representa o começo da carreira profissional e pode, em determinados casos, ser difícil e prolongar-se no tempo (Agostinho, 2018; Duque et al., 2017; Marques, 2020). De forma a facilitar a transição do ensino para o mercado de trabalho, os estágios são um método importante segundo a literatura, dado que permitem a aplicação e obtenção de conhecimentos (Dias et al., 2015). Assim sendo, compreende-se que os finalistas tenham determinadas expetativas sobre o começo da sua vida profissional.

Com base nos resultados obtidos conclui-se que as expetativas dos inquiridos se encontram maioritariamente alinhadas com a literatura analisada, ou seja, é possível afirmar que esta amostra possui expetativas realistas, na sua generalidade.

No que se refere às limitações deste estudo, é possível destacar a reduzida dimensão da amostra, cuja taxa de resposta foi reduzida apesar da sensibilização aos estudantes, possivelmente devido ao facto de os finalistas se encontrarem a iniciar o estágio curricular e estarem focados neste processo. Deste modo, não foi possível generalizar as conclusões para a totalidade da população.

Considera-se relevante, em investigações futuras, realizar um estudo mais aprofundado, nomeadamente com recurso a *focus groups*, em adição ao questionário. De forma a obter conclusões passíveis de generalização e um maior número de participantes, sugere-se uma expansão da população alvo. É igualmente pertinente realizar um estudo no qual se procede a uma avaliação da inserção profissional da mesma amostra em diferentes períodos temporais, como por exemplo no momento da conclusão da licenciatura e um ano após a conclusão da mesma, de modo a observar se as expetativas dos finalistas corresponderam à realidade ou não. Adicionalmente, seria interessante comparar as expetativas em relação ao mercado de trabalho de finalistas de diferentes áreas profissionais, incluindo as áreas de saúde, tecnologias, ciências, engenharias, humanidades e artes.

Por último, com o presente estudo foi possível obter conhecimento relativo à temática da inserção profissional de finalistas do ensino superior, das suas expectativas, e deste modo contribuir com um estudo de carácter científico relativo a este tema. Os resultados obtidos poderão ter utilidade para a instituição, na medida em que podem contribuir para a avaliação das ferramentas de apoio à inserção profissional que existem, tendo como base as opiniões e expectativas dos estudantes.

Referências

- Agostinho, R. (2018). Adaptabilidade de carreira e competências na transição do ensino superior para o mercado de trabalho: uma perspectiva construtivista. [Tese de Doutoramento em Psicologia, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/36927>
- Buscacio, R. & Soares, A. (2017). Expectativas sobre o desenvolvimento da carreira em estudantes universitários. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, 18 (1), 69-79. <http://dx.doi.org/10.26707/1984-7270/2017v18n1p69>
- Cavazotte, F., Lemos, A. & Viana, M. (2012). Novas gerações no mercado de trabalho: expectativas renovadas ou antigos ideais? *Cadernos EBAPE.BR*, 10 (1), artigo 9, 162-180. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512012000100011>
- Christie, F. (2016). Uncertain transition: exploring the experience of recent graduates. *Graduate Prospects/HECSU*. Repositório Institucional da Universidade de Salford, Manchester. <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/46332>
- Dias, G. P., Melo, A. P., Lopes, B., Seabra, D., Brito, E., Costa, M. & Silva, P. (2015). Os estágios curriculares e o seu impacto na empregabilidade dos licenciados. UA Editora, Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/13790>
- Duque, E., Pereira, C. R. & Vázquez, J. F. (2017). Inserção profissional dos jovens de Braga. Universidade Católica Portuguesa de Braga. <https://www.cecs.uminho.pt/insercao-profissional-dos-jovens-de-braga/>
- Gamboa, V., Paixão, O., Gomes, J., Silva, A. & Bento, P. (2018). Empregabilidade percebida, adaptabilidade de carreira e autoeficácia na transição para o trabalho: Diferenças entre estudantes e trabalhadores estudantes. *Educação, Sociedade e Culturas*, 52, 65-82. <https://doi.org/10.34626/esc.vi52.75>
- Hahm, S. & Gazzola, M. (2022). The value of foreign language skills in the German labor market. *Labour Economics*, 76, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2022.102150>
- Kapareliotis, I., Voutsina, K. & Patsiotis, A. (2019). Internship and employability prospects: assessing student's work readiness. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 9 (4), 538-549. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-08-2018-0086>
- Mamede, R. P., Pereira, M. & Simões, A. (2020). Portugal: Uma análise rápida do impacto da COVID-19 na economia e no mercado de trabalho. Organização Internacional do Trabalho. https://www.ilo.org/lisbon/publica%C3%A7%C3%B5es/WCMS_754606/lang--pt/index.htm

- Marques, A. P. (2020). Na fronteira do mercado de emprego: jovens, trabalho e cidadania. *Trabalho, Educação e Saúde*, 18 (1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-7746-sol00249>
- Monteiro, A., Gonçalves, C. & Santos, P. J. (2019). Jovens: do ensino superior para o mercado de trabalho. *Dirigir & Formar*, 23, 49-52. <https://hdl.handle.net/10216/121863>
- Monteiro, S., Almeida, L. S. & Garcia-Aracil, A. (2017). Da universidade ao mercado de trabalho: perceções de competência, formação e condições de integração profissional de graduados da Universidade do Minho. In A. P. Marques, C. Sá, J. R. Casanova & L. S. Almeida (Orgs.). *Ser diplomado do ensino superior: escolhas, percursos e retornos* (pp. 66-85). Centro de Investigação em Educação (CIEd), Universidade do Minho. <http://hdl.handle.net/10261/162555>
- O'Higgins, N. & Pinedo, L. (2018). Interns and outcomes: just how effective are internships as a bridge to stable employment? International Labour Organization, Employment Working Paper No. 241. https://www.ilo.org/employment/Whatwedo/Publications/working-papers/WCMS_637362/lang--en/index.htm
- Paulos, L., Valadas, S. T., & Almeida, L. S. (2021). Transition from university to the labour market: the impact of personal variables in graduates' perceptions of self-efficacy. *Social Sciences*, 10 (11), 1-13. <http://dx.doi.org/10.3390/socsci10110406>
- Paulos, L., Valadas, S. T. & Fragoso, A. (2017). Empregabilidade e transição para o mercado de trabalho: perspetivas de estudantes/diplomados não-tradicionais do Ensino Superior. In A. P. Marques, C. Sá, J. R. Casanova & L. S. Almeida (Orgs.), *Ser Diplomado do Ensino Superior: Escolhas, Percursos e Retornos* (pp. 119-138). Centro de Investigação em Educação (CIEd), Universidade do Minho. <http://hdl.handle.net/10400.1/10473>
- Robak, E. (2017). Generation Y on the labour market - expectations for shaping the work-life balance. Institute of Economic Research Working Papers, 100. <http://hdl.handle.net/10419/219922>
- Sagnier, L. & Morell, A. (orgs). (2021). Os jovens em Portugal, hoje: quem são, que hábitos têm, o que pensam e o que sentem. Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- White, D. (2017) An exploration of the school-to-work transition for university graduates in northern Ontario: a qualitative case study. [Master of Education, Memorial University of Newfoundland]. Memorial University of Newfoundland repository. <http://research.library.mun.ca/id/eprint/12829>
- World Economic Forum (2020). The Future of jobs report 2020. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>

Políticas públicas e o uso de Co-design: um campo em desenvolvimento

Tomás Delmondes Soares¹, Monique de Menezes Urra²,
Flávia Lorenne Sampaio Barbosa³, Fabiana Pinto de Almeida Bizarria⁴

tomasdelmondes@gmail.com; moniquemenezes@gmail.com; flsbarbosa@ufpi.edu.br;
fabiana.almeida.flf@gmail.com

¹ Universidade Federal do Piauí, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil

² Universidade Federal do Piauí, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil

³ Universidade Federal do Piauí, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil

⁴ Faculdade Luciano Feijão, 62010-290, Sobral, Ceará, Brasil

Pages: 191-203

Resumo: O Brasil está passando por alterações normativas que suprimem a participação popular. Diante disso, é oportuno a busca por modelos que fomentem o envolvimento da população. O co-design é um modelo emergente com características alinhadas com as necessidades de reforço da democracia, fomento da participação popular e cooperação. Foi feito levantamento da bibliografia de referência ao nível internacional acerca da temática co-design e seu uso na formulação de políticas públicas a partir da exposição dos artigos mais citados neste campo na plataforma Scopus, colaborando para a ampliação do estudo sobre o uso dessa abordagem no Brasil. Os resultados demonstram que este é um modelo com casos bem sucedidos de aplicação ao políticas públicas em nível internacional, fomentando a cidadania e a participação, apesar de não conseguir romper totalmente com os aspectos institucionais vigentes. Nota-se potencial contribuição do Co-design em áreas como urbanização, meio ambiente e saúde.

Palavras-chave: Co-design; Políticas Públicas; Participação popular.

Public policies and the use of Co-design: a developing field

Abstract: Brazil is undergoing regulatory changes that suppress popular participation. Considering this, it is opportune to search for models that encourage the involvement of the population. Co-design is an emerging model with characteristics aligned with the needs of strengthening democracy, fostering popular participation and cooperation. A survey was carried out of the reference bibliography at an international level on the subject of co-design and its use in the formulation of public policies based on the exposure of the most cited articles in this field on the Scopus platform, collaborating for the expansion of the study on the use of this approach in the Brazil. The results demonstrate that this is a model with successful cases of application in public policies at an international level, fostering citizenship and participation, despite not being able to completely break with the

current institutional aspects. There is a potential contribution of Co-design in areas such as urbanization, the environment and health.

Keywords: keywords, separated by semicolons. Co-design; Public policy; popular participation.

1. Introdução

O momento é oportuno para o debate sobre participação popular e ciclo de políticas públicas, considerando modelos que reforcem a participação popular e revitalizem a democracia participativa de forma aliada aos conceitos mais recentes sobre gestão pública (Fontes *et al.*, 2022), como, por exemplo, o *co-design*, que favorece experiências de desenvolvimento contínuo para a participação popular (Blomkamp, 2018; Miller *et al.*, 2022); Hurley *et al.*, 2022).

No Brasil, a participação popular na formulação de políticas públicas, em geral, é exercida por meio de conselhos gestores, instrumentos importantes para a efetivação da democracia no Brasil. Estes Conselhos, vem sofrendo com um processo de desestruturação iniciado em 2018 e em vigor até o ano de 2022, o que potencialmente fragiliza avanços conquistados desde a Promulgação da Constituição Federal de 1988, ocasionando um processo de corrosão da estrutura democrática brasileira, ou seja, um processo de desdemocratização Fontes *et al.*, 2022.

A criação e a gestão das políticas públicas sofrem impactos decorrentes da escassez de recursos e crescente exigência de diferentes atores pela busca de eficiência pública. Isso decorre da influência dos modelos baseados no New Public Management como o gerencialismo e a governança pública que, segundo Sechi (2009), são modelos burocráticos reformulados, que não rompem com os modelos decorrentes da teoria burocrática, mas se travestem de “novo” como pretensa forma de modernização da administração pública.

No Brasil, Bresser-Pereira (2001), em defesa do Estado Burocrático-Industrial e o Estado Gerencial no que define democracia moderna, no contexto de direitos republicanos, afirma que, no plano cultural e institucional, houve a adoção bem sucedida do gerencialismo a partir de 1995, com desafios para sua implementação plena. Tenório & Araújo (2020), por sua vez, tecem críticas à abordagem gerencialista, considerando a gestão social teoricamente alinhada à perspectiva participativa, em que os processos são exercidos pela sociedade e sua pluralidade.

Compreende-se que metodologicamente a gestão social pode avançar na garantia dos processos participativos, incluindo abordagens baseadas em *design*, em especial a co-criação, *design thinking* e *co-design*, como demonstra o estudo de Macena *et al.* (2019) sobre a criação e implementação da escola das mães no município de Santos, utilizando o *design thinking* e a co-criação na construção de políticas públicas. Assim, para Silva, Pereira & Alcântara (2012) amplia-se o debate os “dilemas da ação coletiva”, no sentido de avançar na efetividade da participação popular junto às políticas públicas.

Viana (2022) aponta para o papel político do uso de soluções baseadas em *design*, com o seu potencial de criar soluções inovadoras para temas, comunidades e regiões antes negligenciadas, tendo como um dos objetivos de uso a formação de designers que pensem o futuro e criem soluções inovadoras, sejam disruptivas ou incrementais.

Pesquisas sobre *co-design* ao nível internacional vem sendo intensificadas desde 2010. No Brasil, observa-se menor expressão do tema, possivelmente em função da abrangência do modelo gerencialista, como já historicamente descrito por Bresser-Pereira (2001), considerado necessário para a busca pela eficiência e extinção do patrimonialismo, que por vezes, apresenta desafios a adequada implementação da democracia na implementação de políticas públicas e a participação popular, como visto em Menezes *et al.* (2021).

Este estudo fez o levantamento dos 10 estudos mais citados sobre a temática *co-design* na construção de políticas públicas na plataforma Scopus, trazendo informações úteis para contribuir ao campo do estudo sobre o ciclo de políticas públicas para o contexto brasileiro, dando luz a este que é um dos modelos mais promissores para a modernização deste ciclo, e que demonstra, segundo os estudos em nível internacional, uma capacidade singular de fomentar à participação da sociedade na formulação e implementação de propostas de políticas públicas.

A seguir apresenta-se da abordagem *co-design*, em seguida haverá a apresentação dos resultados encontrados a partir da pesquisa feita na base de dados Scopus, demonstrando vantagens, desvantagens, os estudos mais citados, países de origem dos trabalhos, evolução do estudo sobre a temática ao longo dos últimos anos, e panorama sobre as áreas com aplicação de *co-design* e metodologia aplicada nestes trabalhos.

2. O Co-design: Inovação e Participação Durante Todo o Ciclo de Políticas Públicas

Em virtude da atual crise de participação e desafios enfrentados pelo sistema democrático brasileiro (Fontes *et al.*, 2022), decorrentes da percepção popular de corrupção institucionalizada e distanciamento do poder (Nascimento *et al.*, 2018), relacionados à percepção, de parte da sociedade, da ineficácia de seus representantes no atendimento de suas reais necessidades (Blomkamp, 2018) faz-se necessário a busca por modelos e modelagens alternativas, mais orgânicas, e possuam potencial adaptativo, de aderência aos preceitos e necessidades dos cidadãos.

O debate sobre o uso de *co-design* é recente e ainda se encontra incipiente não somente no Brasil, mas também no mundo, como pode ser observado em Blomkamp (2018). Esta metodologia de implementação do ciclo de políticas públicas bebe na fonte dos modelos baseados em design e apresenta-se como plataforma promissora ao fomento da participação popular, extraindo benefícios desta, enquanto agente protagonista no desenvolvimento de ações e políticas públicas Whicher & Crick (2019) e Small *et al.* (2021).

As metodologias baseadas em design não são novas, tem seu uso relatado há pelo menos 40 anos, sendo inicialmente voltadas para a iniciativa privada e ligadas a disciplinas de desenvolvimento de produtos e serviços Blomkamp (2018). No entanto, atualmente as metodologias baseadas em design, em especial o chamado design thinking, possuem ampla disseminação na gestão pública, seja na criação ou implementação de políticas e serviços públicos, como podem ser vistos em trabalhos como o de Macena *et al.* (2019).

O *co-design* não se confunde com o design thinking, ele se opõe à característica de modelo voltado ao usuário deste, não se limita a simples abertura pontual para a participação

popular e sim em inserir o cidadão como co-criador da política pública com atuação em todas as suas etapas Blomkamp (2018). Em virtude dessa característica, fortalece o sentido de agência entre os cidadãos, fomentando a criatividade no desenvolvimento de estratégias para atender às necessidades dos usuários, como pode ser visto em Small et al. (2021), Komatsu et al. (2021) e Butcher (2016).

O co-design é inovador na forma de tratar a atuação dos cidadãos junto às instituições do Estado, mas isso se deve principalmente à sua utilização no processo de implementação de políticas públicas, e não somente na sua criação Blomkamp (2018). Isso demonstra outra importância dessa metodologia, já que segundo Menezes et al. (2021) a fase de implementação apresenta-se como a que menos tem sido abordada pelos estudos sobre políticas públicas. Além disso, Blomkamp (2018) destaca que o co-design se afasta do tradicional modelo “big ego design”, que trata políticas públicas como algo exclusivo de mentes brilhantes, especializadas e com voz nas altas hierarquias de poder. É importante destacar que o big ego design é comumente encontrado nas instâncias participativas brasileiras, que são normalmente formadas por especialistas na área temática em questão, e não por cidadãos comuns, que são os verdadeiros “loci periti” (especialistas locais) no tema, com conhecimento baseado na sua experiência e realidade local.

3. Metodologia

Nesta seção apresentam-se os formatos do texto do artigo a submeter à RISTI. Seguindo Malhotra (2012) e Marconi e Lakatos (2010) O presente estudo deve ser caracterizado como qualitativo quanto a sua abordagem, exploratório quanto à busca de conhecimento sobre o seu objeto e expositivo quanto à forma de apresentação dos seus achados.

Optou-se como tratamento metodológico o uso de análise bibliométrica descritiva orientada pela Lei de Zipf. Em estudos regidos por esta lei o objetivo principal é estimar a recorrência de temas relacionados a uma área de conhecimento, através do cruzamento de palavras-chave e lista ordenada de temas Chueke & Amatucci (2015).

Quanto à execução dos procedimentos, a partir do levantamento bibliográfico e constatação de lacuna de pesquisa a ser explorada, optou-se por utilizar a base de dados SCOPUS como host de buscas sobre a temática co-design. Mesquita et al. (2006) afirmam que a SCOPUS é uma base de dados multidisciplinar que possui sistema amigável e com capacidade de adequação aos critérios de pesquisa do usuário. O procedimento adotado no levantamento dos dados ocorreu no dia 01 de junho de 2022 e se deu pela seguinte sequência:

1. Uso da palavra-chave “co-design” (objeto secundário de estudo).
2. Utilização do operador booleano “and” para vincular a pesquisa do objeto secundário ao tema primário “public policies” (políticas públicas).
3. Utilização do operador booleano “and” para vincular as pesquisas sobre o objeto primário e o secundário à palavra-chave “Brazil”.
4. Retirada do operador booleano e da palavra-chave inseridos na etapa 3 por ausência de resultados para a busca.
5. Retomada dos passos 1 e 2.
6. Filtragem dos resultados pelas áreas de conhecimento “social sciences”, “Business management and accounting”, “multidisciplinary”.

7. Filtragem dos resultados para apenas “articles”.
8. Ordenação dos artigos pelo número de citações de forma decrescente.

Como mencionado, após a execução das 3 primeiras etapas, não foram encontrados resultados, o que demonstra que o tema co-design e políticas públicas não possui estudos realizados ou que se refiram a casos no Brasil. Esse pode ser considerado o primeiro achado deste estudo.

Seguindo com a busca, foram encontrados na “etapa 5” 154 trabalhos ligados a essas palavras-chave, em seguida, após a aplicação da “etapa 6” esse número reduziu-se para 70 artigos e após a etapa 7 chegamos ao número de 49 artigos que tratam da temática co-design vinculado a criação e implementação de políticas públicas. Por fim, foi feita a organização dos artigos a partir do ranking de citações, do mais para o menos citado, utilizando como dados de pesquisa os 10 artigos mais citados, porém, foi necessária a inserção do 11º estudo, em virtude do empate no número de citações com o 10º lugar.

Diante do baixo número de artigos encontrados e de citações destes, optou-se pelo tratamento conservador dos dados, com uso de estatística e tabulação simples das informações conforme os parâmetros:

9. Campos de estudo vs quantidade de artigos
10. Idiomas de publicação
11. Número de publicações por período (demonstra a evolução do interesse no estudo sobre o co-design)
12. Países de origem dos trabalhos (demonstra o Nível de disseminação da aplicação e estudos sobre o tema)
13. Panorama dos trabalhos, com informações sobre autoria e ano de publicação, metodologia, área de aplicação do estudo e quantidade de citações (importante para a visualização do campo de políticas públicas passível de aplicação)
14. Quadro com informações sobre benefícios e desvantagens (importante para a delimitação do uso do co-design).

4. Resultados e Discussões

Após a aplicação dos filtros na base SCOPUS, foi observado a existência de somente 49 artigos sobre a temática “co-design” aliada a “public policies”, alocados nas áreas de ciências sociais (41), multidisciplinaridades (2) e gestão e contabilidade (14) (Quadro 1). Este dado demonstra que os estudos possuem mais de uma área de estudo, não se limitando a somente um campo científico, conotando o caráter plural da abordagem desses estudos e demonstra, em parte, a versatilidade de abordagens do co-design.

“Co-design” and “public Policy”	
<i>Social Sciences</i>	41
<i>Business Management and Accounting</i>	14
<i>Multidisciplinary</i>	2

Tabela 1 – Campos de estudo selecionados (Scopus)

<i>Idiomas de publicação</i>	
<i>Inglês</i>	47
<i>Italiano</i>	2

Tabela 2 – Idiomas de publicação

Extrato de publicações por período selecionado	
<i>2012-2016</i>	7
<i>2017-2019</i>	11
<i>2020-2022</i>	31

Tabela 3 – Número de publicações por período

Quantitativo de trabalhos por país	
Quantidade	País de origem
12	<i>Reino Unido</i>
7	<i>Austrália e Itália</i>
6	<i>Canadá</i>
5	<i>Bélgica</i>
4	<i>Áustria e Estados Unidos</i>
3	<i>Irlanda, Japão, Espanha e Suécia</i>
2	<i>Colômbia, Índia, Holanda e Portugal</i>
1	<i>China, Costa do Marfim, Finlândia, Alemanha, Grécia, Groenlândia, Hungria, Malta, Nova Zelândia, Nigéria, Filipinas, Polônia e Suíça.</i>

Tabela 4 – distribuição dos artigos por país

Quanto às metodologias aplicadas nesses estudos, como demonstrado na Tabela 5, observa-se uma prevalência de estudos de casos e abordagens qualitativas no desenvolvimento destes, o que não afasta o uso de parâmetros quantitativos dentro do uso do próprio co-design como metodologia, como ocorreu em Sugyama et al. (2017), Cinderby et al. (2018) e em Paddeu, Shergold & Parkhurst (2020).

No que diz respeito às temáticas abordadas, observam-se importantes contribuições na aplicação prática de co-design nas áreas de saúde, assistência social e bem-estar Casula, Leonardi & Zancaro (2022), Bridge (2012) e Farr (2018). Além disso, observa-se o uso ou indicação de uso do co-design para a implementação de Políticas públicas voltadas ao desenvolvimento tecnológico, regional e economia Hervas-Oliver et al. (2021).

Apesar de notar a importante contribuição do co-design nas áreas anteriormente relatadas, a maioria das citações dos estudos presentes neste top 11 concentra-se na abordagem de temas ligados a cidades inteligentes, mobilidade urbana, urbanização,

educação, ciência, meio ambiente e sustentabilidade e inovação tecnológica, totalizando 175 citações ao todo (Tabela 5).

Panorama geral dos trabalhos			
Autor	Metodologia	Campo de estudo em políticas públicas	Nº de citações
Sauermann (2020)	Revisão bibliográfica e documental sobre ciência social e <i>co-design</i> com os cidadãos na área da pesquisa em estudos sobre a transição para a sustentabilidade.	Educação, ciência e Sustentabilidade.	60
Farr (2018)	Estudo de caso em duas instituições de saúde.	Saúde, Dinâmicas de poder e mecanismos de colaboração ligados ao uso do <i>Co-design</i> .	54
Fastenrath, Coenen e Davidson (2019)	Estudo de revisão bibliográfica e documental sobre as estratégias de resiliência da cidade de Melbourne-AUS.	Inovação e urbanização.	25
Sugyama et al. (2017)	Qualitativo, com Grupo focal e realização de entrevistas com a população local.	Engenharia sustentável e meio ambiente.	23
Cinderby et al. (2018)	3 estudos de caso utilizando o <i>co-design</i> para a construção de estratégias de mobilidade urbana.	Mobilidade urbana, Acessibilidade e urbanização.	17
Paddeu, Shergold e Parkhurst (2020)	Utilizou o próprio <i>co-design</i> como metodologia para a construção de veículos autônomos sustentáveis e discutir a aplicação, benefícios e problemas envolvidos no uso desse tipo de transporte.	Mobilidade, urbanização e inovação.	15
Vallance, Tewdwr-jones e Kempton (2020)	Estudo de caso na Newcastle City Futures (NCF) – uma plataforma ancorada em universidades para pesquisa colaborativa de previsão urbana, engajamento público e inovação.	Mobilidade urbana e Inovação.	15
Bridge (2012)	Estudo de caso através de revisão bibliográfica e documental sobre o DHS na Austrália	Programas sociais, de saúde e bem-estar.	15
Hervas-Oliver et al. (2021)	Qualitativo, empírico, realização de entrevistas e análise de dados secundários oriundos da bibliografia.	Inovação, economia e indústria, desenvolvimento regional.	11
Casula, Leonardi e zancaro (2022)	Estudo de caso sobre a experiência no uso de tecnologia nos serviços de acolhimento e cuidados de crianças	Tecnologia digital e cuidados em saúde.	10

Panorama geral dos trabalhos			
Autor	Metodologia	Campo de estudo em políticas públicas	Nº de citações
Pacis e VanWynsberg (2020)	Revisão da literatura sobre predisposições necessárias para a mudança de hábitos e discussão das competências-chave da sustentabilidade-KSC (sigla em inglês). Este estudo não se aprofunda em <i>co-design</i> , apenas o cita como uma ferramenta útil para ser aplicado ao tema em questão.	Educação e sustentabilidade.	10

Tabela 5 – Panorama Geral dos Trabalhos

Na Tabela 6 encontra-se a contribuição do levantamento das informações coletadas neste artigo acerca dos benefícios e desvantagens no uso de co-design. Nota-se que todos os estudos são capazes de avaliar positivamente o uso do co-design, mas somente Sauermann (2020), Farr (2018), Sugiyama et al. (2017) e Cinderby et al. (2018) fazem apontamentos sobre disfunções decorrentes ou inerentes ao uso desta metodologia na formulação e implementação de políticas públicas. Chamamos a atenção para o importante estudo de Farr (2018), que entre todos os aqui levantados, possui o maior aprofundamento teórico-conceitual do tema co-design, com importantes contribuições acerca das dinâmicas de poder e possível instrumentalização do co-design como ferramenta para amenizar embates decorrentes do neo-liberalismo. Nas palavras de Farr (2018):

Co-production and co-design techniques may be critiqued as ‘grafting deliberative processes onto a neoliberal framework’ (Dahl and Soss, 2014: 502), where service improvements are made, yet at the same time wider structural issues within public services, generated through austerity measures and neoliberal marketisation may not be challenged (p.05).

Entre as vantagens mais citadas no uso de co-design nota-se a ampla percepção dos autores, a partir dos backgrounds ou observações de estudo, de que a participação, fomento à ciência e a inovação, a cooperação, adequabilidade de políticas criadas ao local e o empoderamento dos cidadãos são diretamente ligados ao uso dessa modelagem. Isso demonstra o caráter de instrumento de fomento à democracia e maior proximidade do cidadão aos valores democráticos, como combate ao insulamento das instituições e decorrente redução da sensação de Distância do Poder (DP) como relatado em Nascimento et al. (2018).

Dentro das desvantagens inerentes ao co-design, trabalhos como o de Blomkamp (2018) já apontaram para a lentidão na tomada de decisão decorrente do debate de várias correntes e ideologias envolvidas entre os diferentes participantes dentro do co-design. Alguns dos estudos do top 11 extraído na base SCOPUS apresentam um conjunto de possíveis desvantagens no uso do co-design, podemos agrupá-las como:

- Impactos negativos decorrentes das diferenças de nível crítico e de interesse dos participantes em relação às políticas públicas, produtos ou serviços;
- Apresentação, por parte dos participantes, de ideias ou modelos de implementação genéricos;
- Dificuldades relacionadas à manutenção da DP por forças políticas com maior poder, impactando negativamente a implementação das ideias e rupturas propostas pelos co-designers.
- Criação de uma expectativa exagerada na população, que pode se frustrar ao ver que suas ideias, ou as melhores ideias, não poderão ser plenamente implementadas.

Por fim, um ponto chamou atenção quanto aos autores do top 11 sobre co-design e políticas públicas na SCOPUS: a ausência de citações cruzadas entre estes. O que nota-se é a ocorrência de autocitações, como ocorre com Fastenrath, Coenen e Davidson (2019), Farr (2018), Hervas-Oliver et al. (2021) e Sugyama et al. (2017). Isso pode decorrer de questões como diferenças temáticas, regionais, metodológicas ou a simples escolha científica dos pesquisadores. Esse fato também demonstra que o campo de pesquisa do co-design ainda está muito aberto, fazendo com que os pesquisadores sobre esta temática precisem adentrar outros campos de pesquisa ou utilizar de conceitos correlatos como cocriação, design e design thinking para fundamentar suas pesquisas, mesmo que isso possa configurar uma fuga do tema co-design, que se distingue onticamente destes. Observa-se que esse fenômeno foi observado em todos os trabalhos elencados no top 11.

Relatos de Benefícios e Desvantagens no uso de co-design		
Autor	Benefícios	Desvantagens
Sauermann (2020)	Utiliza do exemplo da Ciência cidadã como exemplo dos benefícios do <i>Co-design</i> , o que envolve participação, inclusão, diversidade e inovação.	Citou o fato de que os cidadãos não-pesquisadores podem apresentar limitações em termos de criticidade das propostas de estudos e pesquisas científicas.
Farr (2018)	Fomento ao diálogo, a colaboração, a empatia, a agência e ao empoderamento.	Não oferece nenhuma garantia que parcerias iguais serão viabilizadas entre funcionários e usuários do serviço, em virtude das dinâmicas de poder e a influência das forças políticas mais fortes; critica sua adoção como “enxerto de processos deliberativos em uma estrutura neoliberal”, onde a austeridade e a mercantilização de serviços é a tônica; necessidade de ações estratégicas mais amplas para implementação de mudanças de maior nível.
Fastenrath, Coenen e Davidson (2019)	Fomento à participação popular e a democracia, instrumento de catalisação transformacional.	
Sugyama et al. (2017)	Participação popular, Inserção de visões relevantes ao debate.	Dificuldades relacionadas à diferença de prioridades entre os <i>co-designers</i> ; dificuldades relacionadas ao interesse e envolvimento dos participantes com a pesquisa e a ciência (área desta pesquisa).

Relatos de Benefícios e Desvantagens no uso de co-design		
Autor	Benefícios	Desvantagens
Cinderby <i>et al.</i> (2018)	Melhora a aceitabilidade da população local a implementação da proposta apresentada, já que a criação de soluções é adaptada a realidade local.	Dificuldade dos participantes em apresentar propostas mais críticas e consideradas, apresentação de padrões genéricos, pouco formulados e aprofundados; resistência à implementação de políticas públicas que envolvam alguma restrição ao seu interesse individual.
Paddeu, Shergold e Parkhurst (2020)	Eficácia na geração de ideias, ampliação da visão sobre um objeto em análise, visão holística apurada	
Vallance, Tewdwr-jones e Kempton (2020)	Natureza participativa com base na diversidade, que propicia a inovação e agregação de valor público.	
Bridge (2012)	Gatilho para inovação e Participação pública no serviço público.	Envolve o risco de aumentar as expectativas da população com políticas e ações públicas que podem não serem atendidas.
Hervas-Oliver <i>et al.</i> (2021)	Cooperação pública e privada facilitação da ação coletiva, aproveitamento das capacidades regionais existentes.	
Casula, Leonardi e Zancaro (2022)	Cooperação, participação e inovação	
(2020) Pacis e VanWynsberg (2020)	Apenas cita o <i>co-design</i> como uma ferramenta que fomenta a participação e	

Tabela 6 – Relatos de Benefícios e Desvantagens no uso de Co-design

4. Conclusões

Pode usar este documento para base da edição final do artigo a submeter. Os recentes processo de desdemocratização citado por Fontes et al. (2022) demonstra a necessidade de se buscar ativamente soluções e modelos com potencial de fomento e revitalização da participação popular para diminuir a sensação de distância do poder (DP) como observado em Nascimento et al. (2018).

Observa-se no co-design o potencial inovador, participativo e agregador do valor público necessário para o atendimento das novas demandas advindas da crise de participação e representatividade que assola o Brasil, e também o mundo. Isso decorre do fato deste modelo de desenvolvimento de políticas, produtos e serviços públicos buscar a participação integral da população durante todo o ciclo de políticas públicas, sempre com foco em conceitos como empatia, adequação à realidade local, cooperação, diversidade e inovação.

Tomando-se por base o anteriormente dito, este estudo foi atrás das principais pesquisas que abordam a temática co-design aliada à criação de políticas públicas. O

estudo desenvolveu-se através de revisão bibliográfica com a adoção de bibliometria direcionada aos 11 estudos com mais citações na base de pesquisa SCOPUS. Os dados levantados demonstram que o co-design ainda é um ramo de estudo jovem, com poucos estudos ligados diretamente ao tema “public policies”, mas que apresenta informações empolgantes e debates importantes sobre sua aplicação na gestão pública.

O co-design não possui uma característica completamente disruptiva. Farr (2018) afirma que o mesmo funciona respeitando a institucionalização previamente definida. Cabe ressaltar que isso ocorre devido ao fato da institucionalização ser a tônica de todas as sociedades, mas que a partir do co-design há inúmeras possibilidades de debate e interações ideológicas e conceituais possíveis, ou seja, não devemos observá-lo de forma somente ôntica, mas também ontológica, buscando o significado de sua existência, seu uso e possíveis impactos decorrentes deste.

Este trabalho não buscou exaurir a temática aqui proposta, porém destaca-se o fato de não serem encontrados na SCOPUS nenhum estudo sobre co-design que incluía a palavra “Brazil”, assim como chama a atenção a predominância de estudos em países como UK, Austrália, Itália e Canadá, isso talvez se dê pelo nível mais avançado das sociedades destes países no que diz respeito à participação popular, apesar de Blomkamp (2018) afirmar que a estrutura da gestão pública da Austrália não está madura o suficiente para suportar adequadamente o Co-design.

O fato é que precisamos ampliar o debate sobre participação, já que o chamado big ego design pode não ser um modelo adequado aos tempos atuais Blomkamp (2018). Dito isso, elencamos algumas problemáticas acerca das formas de implementação do co-design no Brasil que podem ser caminhos para futuras pesquisas: este é um modelo substitutivo ou complementar à estrutura dos Conselhos Gestores? Quais as formas de implementação em sociedades carentes e com baixo nível de poder? Como as correntes patrimonialistas e neo-gerencialistas de perfil explorador influenciarão na sua implementação em sociedades como a brasileira? Essas são questões não abordadas neste trabalho, mas sua contribuição está em apresentar um panorama internacional sobre a temática, necessário para o desenvolvimento de estudos nesta área em solo brasileiro.

Referências

- Blomkamp, E. (2018). A Promessa de Co-Design para Políticas Públicas. *Australian Journal Of Public Administration*. Melbourne, 729-743. ago.
- Bresser-Pereira, L. C. (2001). Do Estado Patrimonial ao Gerencial. In: Pinheiro, W. S. & Pinheiro, S. *Brasil: um século de transformações*. São Paulo: Cia. das Letras, 222-259.
- Butcher, J. R. (2016). Investing in Not-for-Profit Sector Capacity: the Australian capital territory's community sector development program (csdp). *Australian Journal Of Public Administration*, [S.L.], 75(2), 249-257, 8 abr. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8500.12196>.
- Chueke, G. V. & Amatucci, M. (2015). O que é bibliometria?: uma introdução ao fórum. *Revista Eletrônica de Negócios Internacionais*, São Paulo, 10(2), 1-5, ago.

- Farr, M. (2017). Power dynamics and collaborative mechanisms in co-production and co-design processes. *Critical Social Policy*. <http://doi:10.1177/0261018317747444>
- Fontes, F. L. de L. et al.. (2022). Da democracia participativa à desdemocratização no Brasil: instituições de participação em crise. *Research, Society And Development*, [s. l], 11(5), 1-9, abr.
- Gomes, A. M. I. dos S. & Steinberger, M. (2016). Democracia participativa na regularização fundiária urbana: o projeto lombas do pinheiro, porto alegre. *Sociologias*, [S.L.], 18 (41), 292-319, abr. <http://dx.doi.org/10.1590/15174522-018004121>
- Hurley, Paul et al. Co-designing the environmental land management scheme in England: the why, who and how of engaging : harder to reach: stakeholders. *People And Nature*, Londres, v. 4, n. 3, p. 744-757, 29 mar. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/pan3.10313>. Disponível em: <https://besjournals-onlinelibrary-wiley.ez364.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1002/pan3.10313> . Acesso em: 12 abr. 2023.
- Komatsu, T.; Salgado, M.; Deserti, A. & Rizzo, F. (2021). Policy labs challenges in the public sector: the value of design for more responsive organizations. *Policy Design And Practice*, [S.L.], 4(2), 271-291, abr. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/25741292.2021.1917173> .
- Macena, A. Escola das Mães: como o design thinking contribuiu para diminuir a taxa de mortalidade infantil no município de santos?. In: (ORG). Pedro Cavalcante. *Inovação e Políticas Públicas: Superando o Mito da Ideia*. Brasília: Ipea, 2019. p. 53-66.
- Machado-Da-Silva, C. L.; Fonseca, V. S. da & Crubellate, J. M. (2005). Estrutura, Agência e Interpretação: elementos para estrutura, agência e interpretação: elementos para uma abordagem recursiva do processo de institucionalização. *Revista de Administração Contemporânea*, [s. l], 2 (1), 09-39, jun.
- Malhotra, N. (2012). Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. Tradução de Lene Belon Ribeiro, Monica Stefani. 6. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Marconi, M. de A. & Lakatos, E. M. (2010). Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 297 p.
- Menezes, M. et al.. (2021). Implementação das políticas públicas nas capitais brasileiras: o caso da covid-19. *Cadernos Enap*, Brasília, 93, 1-82, Coleção COVID-19 Fast track.
- Mesquita, R. et al.. (2006). Elaboração e aplicação de instrumentos para avaliação da base de dados scopus. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, 11(2), 187- 205, jul.
- Miller, Luke et al. Preventing Drift through Continued Co-Design with a First Nations Community: refining the prototype of a tiered fasd assessment. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, [S.L.], v. 19, n. 18, p. 11226, 7 set. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph191811226> .

- Nascimento, J. C. H. B. do; Lourenço, R. L.; Sauerbronn, F. F.; Bernardes, J. R. (2018). Ambiente Institucional de Contabilidade, Voz e Accountability, Distância do Poder e Corrupção: uma análise cross country. *Advances In Scientific And Applied Accounting*, [S.L.], 11(2), 246-266, 31 ago. Associação Nacional de Programas de Pos-Graduacao em Ciências Contábeis (ANPCONT). *Rap-Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, 43(2), 347-369, abr.
- Secchi, L. (2009). Modelos organizacionais e reformas da administração pública.
- Silva, E. A.; Pereira, J. R. & Alcântara, V. de C. (2012). Interfaces epistemológicas sobre administração pública, institucionalismo e capital social. *Cadernos EBAPE*, Rio de Janeiro, 10 (1), 20-39, mar.
- Sipioni, M. E. & Silva, M. Z. e. (2013). Reflexões e interpretações sobre a participação e a representação em conselhos gestores de políticas públicas. *Revista de Sociologia e Política*, [S.L.], 21(46), 47-158, jun. FapUNIFESP (SciELO).
- Small, N. et al.. (2021). Co-designing new tools for collecting, analysing and presenting patient experience data in NHS services: working in partnership with patients and carers. *Research Involvement And Engagement*, [S.L.], 7(1), 2-18, 27 nov. Springer Science and Business Media LLC.
- Tenório, F. G.; Araújo, E. T. de. (2020). Mais uma vez o conceito de gestão social. *Cadernos EBAPE*, Rio de Janeiro, 18(4), 891-905, dez.
- Whicher, A. & Crick, T. (2019). Co-design, evaluation and the Northern Ireland Innovation Lab. *Public Money & Management*, [S.L.], 39(4), 290-299, 11 abr. Informa UK Limited.

Turismo, crisis económica. ¿Recesa o se recupera el sector en Perú?

Felipe Rafael Valle Díaz¹

fvalle@unajma.edu.pe

¹ universidad nacional José María Arguedas, peruano, 51, Andahuaylas, Perú.

Pages: 204-216

Resumen: El objetivo general fue, demostrar el impacto económico del Covid-19 en el sector turismo peruano, en dos momentos, durante y después de la pandemia a través del pronóstico del valor añadido, balance de divisas e ingreso de turistas internacionales. El diseño de la investigación fue el modelo de regresión con dos parámetros de Holt. El Valor Agregado Bruto estimado en Turismo peruano, el efecto es recesión económica, es difícil la recuperación plena y se proyecta hasta los años 2022, 2023 y 2024. El Balance de divisas \$ US estimado en Turismo, se demostró la mayor salida de dólares desde el año 2021 hasta el 2024. El Ingreso de turistas internacionales estimado en Turismo, se demostró la contracción en las proyecciones para los años 2022 al 2024. Los tres años de estudio proyectados, confirman que la recuperación económica del sector será de largo plazo, para alcanzar los niveles del año 2019.

Palabras-clave: reactivación; covid-19; medidas sanitarias; estimación; estrategia empresarial.

Tourism, economic crisis. Does the sector recede or recover in Peru?

Abstract: The general objective was to demonstrate the economic impact of Covid-19 in the Peruvian tourism sector, in two moments, during and after the pandemic through the forecast of added value, currency balance and income of international tourist. The research design was the regression model with two Holt parameters. The estimated Gross Value Added in Peruvian Tourism, the effect is economic recession, full recovery is difficult and it is projected until the years 2022, 2023 and 2024. The estimated USD US currency balance in Tourism, the highest outflow of dollars since the year 2021 until 2024. The income of international tourists estimated in Tourism, the contraction in the projections for the years 2022 to 2024 was demonstrated. The three years of projected study confirm that the economic recovery of the sector will be long-term, for reach the levels of 2019.

Keywords: reactivation; covid-19; sanitary measures; estimate; bussines strategy.

1. Introducción

Durante y después de la pandemia Covid-19 a nivel iberoamericano, con sus mutaciones progresivas, generó y mantiene rezagos, cuyos efectos, todavía se sienten y es difícil recuperarse. Collins-Kreiner & Ram (2020) demostraron en el estudio la gravedad de la recesión económica en el sector turismo, cuyos efectos perduran hasta el año 2022, y cómo las políticas implementadas para rescatarlo contribuyeron paulatinamente a frenar la caída excesiva y la depresión para los años 2021 al 2023. Según Castanho et al (2020) existen consecuencias masivas originadas por la pandemia Covid-19, a nivel de decisiones y opciones de turistas sobre sus vacaciones, las mismas que no solo se centran en el destino, sino en el alojamiento y servicios complementarios; tras el brote del covid-19 y propagación, afectaron por completo la dinámica y decisiones de destinos turísticos. Asimismo, los investigadores manifestaron el caso específico en España, para el destino turístico de las islas Azores, cuya contracción fue considerable para el año 2020.

Desde Golets et al. (2021) el miedo a contagiarse, fue una fuerte percepción que fortaleció el riesgo por la salud y además sostuvo la incertidumbre de las intenciones de viaje, que afectó en un 70.76% en los planes de viaje, el 56.32% haber reprogramado su viaje y el 36.58% cancelaron su viaje. Las cifras expuestas por Golets y otros, en Barrientos-Baez et al. (2021) precisaron que la industria turística sufrió un revés y era posible que, en un futuro cercano, le resultaría en extremo recuperar los niveles de demanda que existían antes de producirse la pandemia; por otro lado, el sector turismo se va a enfrentar a una realidad en que la competencia hará uso de recursos para volver a posicionarse como una industria capaz de incidir en el Producto Bruto Interno nacional. Inclusive, denotaron el antecedente de la crisis financiera del año 2008 con reflejo al año 2009, donde el sector motor de la recuperación económica fue el Turismo, y que ahora, es irreversible, porque fue el sector más afectado, cuya oferta tendrá que adaptarse a las necesidades en forma progresiva.

Respecto a lo que trataron y estudiaron Barrientos y otros, tenemos el estudio de Spenceley et al. (2021) quienes indicaron que el esfuerzo por recuperar el sector turismo se centra en la “*resiliencia del sector*”, que la oferta debe estar direccionada a salvaguardar la salud de visitantes, pobladores y empleados; ello se logra fortaleciendo los flujos de ingresos más diversos para la economía local, incidiendo en la equidad e inclusión de comunidades para reducir la vulnerabilidad por estar alejados y tener la poca presencia en el mercado. Prosiguiendo con la forma de recuperarse del sector turismo, podemos tomar el caso publicado expuesto por Arbulú et al. (2021) denotaron que la crisis financiera del año 2008 provocó un crecimiento negativo en varios países por cinco años, esta crisis se sobrellevó por la gradualidad y fuerza de la industria turística; sin embargo, desde el 2020 en adelante, el Covid-19 afectó seriamente al turismo interno, los resultados fueron tasas negativas en la mayoría de regiones españolas en la demanda de turismo interno y un retroceso en el turismo internacional; una cifra demostrativa, fue la proyección del 42.64% que sostenía las pérdidas de ingresos, y el 50% del turismo emisor orientado al mercado interno caería, relacionado a destinos diversos como Canarias y Baleares.

Menéndez et al. (2021) manifestaron que el impacto del Covid-19, fue directo, se impulsó con las mutaciones, las restricciones sanitarias y el confinamiento han llevado a un aumento en el desempleo local y sub nacional, paralizando la logística y servicios del sector turismo, a nivel nacional el empleo cayó un 6% en Ecuador. Los efectos son directos, porque el sector comercial y turismo son aquellos que acogen, demandan el mayor porcentaje de empleo. Para el caso de Puerto López, es un destino turístico que depende íntegramente de los visitantes nacionales y turistas internacionales. Si bien, existe indicadores positivos, la percepción y visión del encuestado es pesimista. En Silva & Pereira (2022) el impacto de la pandemia Covid-19, los hospedajes ubicados en el litoral de Ceará, destino turístico internacional; sufrió caída del empleo persistiendo hasta la fecha, los ingresos semestrales cayeron entre el 66% al 80%, no se pudo renegociar las reservas, cuya caída fue de 5478 plazas.

Similar fueron los efectos en Porto viejo Ecuador, en Simone, Da Silva & Silva (2022) los efectos en el sector autónomo de esta ciudad, fue la reducción en sus ingresos, por motivo del confinamiento y la presión de compromisos de deuda; los comerciantes autónomos y los tours operadores manifestaron que los hábitos de consumo cambiaron, ahora se incide y demanda seguridad, calidez, sanidad, mayor comunicación mediante implementación de tecnologías. El impacto se verificó en una recesión económica hasta los primeros nueve meses del proceso de propagación del covid-19, prosiguiendo el comportamiento económico recesivo hasta periodos anuales posteriores.

Desde Cardenete et al. (2022) el modelo de simulación por escenarios, tuvo resultados próximos a los de instituciones públicas de competencia en el sector turismo, las simulaciones proyectaron una caída del Producto Bruto Interno español entre el 11% al 12%, coincidiendo con el Banco de España; una caída del 59% en los arribos de turistas. El gobierno sub nacional de Andalucía, debe mantener los esfuerzos y decisión política para mantener proyectos de recuperación para los hospedajes, transportes, agencias de viaje. Cerramos con Agovino & Musella (2021) el modelo de regresión aplicado con media móvil, permitió confirmar que las pérdidas en el valor añadido sectorial en Sorrento-España fueron fuertes, y el descenso del ingreso de turistas fue recesivo.

Las estrategias desarrolladas para mitigar la pandemia Covid-19 y establecer una recuperación económica, fueron diversas, las cuales mostraremos y se extrae desde conclusiones de casos publicados.

Las estrategias implementadas en los países de referencia y estudio son heterogéneas, responden a la estructura del servicio de salud nacional, su oferta, condición de infraestructura, logística de cobertura; ahora, existe toma de decisiones similares y procedimientos técnicos afines, que pudieron ser replicados que impulsaron y mejoraron las técnicas de aplicación, conservación, distribución (Collins-Kreiner & Ram, 2020). Para este caso, lo heterogéneo fue la cultura y disposición, minimizar la aversión hacia la aceptación y decisión del ciudadano en aplicarse la vacuna y tomar compromiso de cumplir protocolos de sanidad. Los autores, desarrollaron los estudios en Australia, Austria, Brasil, China, Israel, Italia y Japón, porque son aquellos que presentan mayor información e indicadores alcanzados o en proceso. Las estrategias estuvieron dirigidas a mitigar los impactos de la crisis económica, ello responde a programas o proyectos que permite estimular la recuperación; recibir, adaptar e implementar las recomendaciones de la Organización Mundial de Turismo; concluyeron que, las estrategias difieren,

en unos son mas intensas o de plena recuperación, otras ligadas a la respuesta a los lineamientos de política sectorial, es decir recuperar a empresas de rango medio a mayor estratégicas, las recomendaciones fueron recibidas pero no fueron implementadas por completo, porque reaccionaron a las necesidades locales y la táctica de corto plazo (Collins-Kreiner & Ram, 2020).

Además, podemos indicar que Spenceley et al. (2021) recuperar el sector turismo, mediante: 1) fomentar la apertura de cambio con la voluntad y compromiso de nuevas formas de pensar, 2) desarrollar una oferta diversa de servicios basados en un nueva visión que responda a las expectativas, temores del visitante, 3) cuando desarrollemos la recuperación mediante una estrategia comercial, debemos integrar procesos para proteger la biodiversidad por ser fuente de trabajo y dependencia para operadores locales, 4) la estrategia de recuperación debe apoyarse en reconstruir medios de vida locales para fortalecer la sostenibilidad de tal forma de evitar la degradación del planeta

La reactivación de regiones que poseen atractivos, tanto para España como para otros países, donde se cuenta con una planta de soporte con capacidad ociosa, presta a ampliar la operatividad, es posible a través de formular e implementar políticas que permitan y alienten preferir la visita de atractivos turísticos nacionales, en lugar de viajar al extranjero; ello se confirma a partir del proceso en las simulaciones de flujo turístico que depende del turismo interno y el turismo emisor, la estrategia reorientará a generar desde un 10% de visitas a Baleares e Islas Canarias, y el 70% en Castilla-La Mancha, las cifras pueden variar de acuerdo al potencial de la región reorientada al turismo (Arbulú et al., 2021).

Además, Acevedo et al. (2022) indicaron que, la recuperación del rubro de eventos nacionales como parte de la actividad turística, se retoma bajo un nuevo modelo; al mínimo, el uso de fuegos artificiales para reducir el trastorno del espectro autista, efectos en animales y protección medio ambiente; mantener los destinos turísticos masivos de sol y playa, reestructurándolos hacia un papel de competitividad, compromiso social y ambiental; supervisando cerrar la brecha entre la relevancia de la actividad turística y la forma en que las entidades la desarrollan, porque el desarrollo de la actividad turística es una tarea compartida y no exclusiva de la entidad pública.

La reactivación se basa en un marco de gestión de visitantes conocido como POCTOS, que se soporta en el potencial y oportunidad que poseen regiones, cuya estrategia, diseño y datos se basa en: a) ciclo de vida, b) el desarrollo de destinos, c) la resiliencia del destino, y d) capacidad de cambio; es necesario que el contexto y unidad de análisis sean “destino turístico”; es conceptual y sostenido en “oportunidades”, se recomienda como herramienta de gestión del desarrollo de destinos posconflicto. Se centra en regenerar productos anteriores (turismo de playa, cultural, patrimonial) recuperar mercados perdidos; se debe, además, encriptar, sellar las formas de turismo oscuro (Boyd et al, 2021). Finalizamos con Ortega et al. (2022) manifiestan captar las percepciones sobre los efectos y posibles estrategias para recuperar los destinos turísticos; asimismo, explica la forma en que variables representativas, presentan la resiliencia de los destinos turísticos frente a la crisis exógena, el Covid-19; establece diferencias frente a otras pandemias por la capacidad de incubación, facilidad de propagación, y la resistencia para ser eliminado. Las estrategias deben responder a los impactos, siendo estos: a) apostar por un turismo nacional, como mercado menos afectado, de respuesta rápida y sanitaria, b) identificar

los destinos urbanos turísticos que mejor pueden recuperarse y diversificar su oferta con soporte sanitario, c) conocer y comprender que debemos prepararnos para el escenario negativo, de tal forma que la estrategia genere condiciones sólidas para la recuperación.

Para lograr una sostenibilidad progresiva en el sector turismo, pos Covid-19, deben desarrollarse una serie de productos o servicios, cuyos conceptos sean asimilables y adaptables por los turistas en respuesta a cualquier pandemia y minimizar el impacto de recesión económica.

El concepto de los viajes de venganza cuyo análisis concretó que una estrategia sostenible para el corto y mediano plazo, son viajes de venganza, que se caracteriza por que el turista busca recuperar el tiempo perdido, focaliza el destino turístico, por su cercanía, capacidad y seguridad de la planta de soporte, atractivos y/o destinos turísticos con sello safety travel, donde gasta más y tiende a quedarse mas tiempo y los operadores se convierten en proactivos en respuesta al demandante. Los viajes de venganza se fortalecen y originan por la fatiga académica y laboral, la seguridad del servicio y en respuesta del Covid-19 y variantes (Zaman et al., 2021).

Borges-Tiago et al (2021) establecen un modelo conceptual basado en explorar una estrategia digital para sostener los viajes por sentimiento. La estrategia propuesta fue diseñar servicios basado en los indicadores, como: uso de redes sociales, uso de tecnología, intenciones de viaje, preocupaciones de viaje, planificación de viaje y sentimiento de viaje; de tal forma que sea incidente para la recuperación y sostenibilidad del sector turismo. La digitalización con el uso masivo de redes sociales, demuestra el desarrollo y permanencia de las prácticas de higiene que fortalecen la confianza y seguridad del servicio prestado, la digitalización minimizará los costos innecesarios de publicidad y marketing física, para sostener la colocación programada de las reservas de viaje y alojamiento.

Ampliar la capacidad prevención médica, tratar la enfermedad con la mayor tasa de éxito por tratamiento, para contener la propagación incidiendo en lo cultural. Las primeras medidas fueron implementar programas fiscales y monetarios de corto plazo, el primero para coadyuvar a la empresa y el segundo para estimular a la demanda, además de alinear los programas de recuperación para que las empresas implementen cumplir objetivos y metas dirigidos a cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Gossling et al., 2020). La pandemia fue disruptiva, volvió en menos de un año insostenible el sector turismo, en varios países, el estudio nos muestra desde una perspectiva postpandemia, la intención de revertir la insostenibilidad, e inclusive una visión alejada del lucro como fin último. El modelo propone limitar la cantidad de visitantes y mejorar la calidad del servicio con el guiado, tanto en la ciudad como en lo rural, para que exista mayor satisfacción y se asegure no deteriorar el patrimonio cultural, entendido en sus construcciones, caminos y trochas de herradura, entre otros, ello genera sostenibilidad (Escudero, 2021).

La problemática, se centró en que las medidas sanitarias para frenar la propagación del Covid-19, como el confinamiento, entre otras restricciones, generaron crisis económica, “*recesión económica*” en el sector turismo, desde abril a diciembre del 2020, continuando las consecuencias hasta el tercer trimestre del año 2021; en Valle (2021) manifestó que a septiembre del 2020, el impacto de la recesión económica, se dieron de baja 5 mil

empresas; además, el mayor número de bajas se dieron en el sector comercio al por menor en 34.8%, en comercio por mayor 16.0%, otros servicios 11.7%, en transportes y almacenamiento en 8.7%, en servicios de comidas y bebidas el 7.8%. Adicionamos, que las mayores bajas en organizaciones jurídicas fueron en personas naturales con el 98.4%, seguido de empresas individuales de responsabilidad limitada con el 23.0%. Se tiene conocimiento que las divisas por ingresos del sector turismo cayeron. Sin embargo, a la fecha, no existe referencias sobre la medición de la pérdida total en el sector turismo peruano, durante la pandemia para los años 2020 y 2021, más intensos e inclusive; desde inicios del año 2022 la recuperación del sector turismo fue efímera, donde tampoco existe una medición si las pérdidas prosiguen o existe una recuperación del sector; es importante identificar que no se tiene estudios precisos sobre si el nivel de pérdida en los periodos indicados, se asemejan a que niveles en años posteriores, para conocer la gravedad de la recesión económica en el sector turismo.

El objetivo general fue, demostrar el impacto económico del Covid-19 en el sector turismo peruano, en dos momentos, durante y después de la pandemia a través del pronóstico de los indicadores valor añadido, balance de divisas e ingreso de turistas internacionales.

2. Metodología

La investigación se centró en el enfoque cuantitativo, porque los métodos de contrastación de datos e información se basaron en técnicas de revisión documentaria y estadísticas por institución pública en competencia. El tipo de investigación es descriptiva, con un alcance ex post facto, diseño no experimental, de pronóstico.

La estructura en la primera parte es: a) mostrar todo el impacto del Covid-19 a nivel iberoamericano, b) comprender las estrategias de recuperación o reactivación establecidas y publicadas, y c) criterios publicados sobre políticas o estrategias de sostenibilidad. En la segunda parte: a) calculo del pronóstico del valor añadido del sector turismo atenuando con dos parámetros ajustado para los años 2020 y 2021, proyectado para los años 2022, 2023, 2024, con método regresión no lineal. El Valor Agregado Bruto del sector Turismo, comprende: i) Alojamientos y restaurantes; ii) Transportes, almacenaje, mensajería, correos; en ambos el valor obtenido proviene de servicios individuales, documentados en registros contables, estos dos sectores son complementarios y no excluyentes para el sector general que es el turismo; y el número de turistas internacionales según ingreso y salida de turistas nacionales. Para el análisis de la serie de tiempo, usamos datos anuales desde el año 2007 al año 2021, a precios año base del año 2007, descargamos archivos desde el Instituto Nacional de Estadística e Informática peruano.

Años	PBI Sectorial turismo (transportes + alojamiento y restaurantes) precios año 2007 en millones de soles
2007	25,208
2008	27,403
2009	27,301
2010	30,314
2011	33,734

Años	PBI Sectorial turismo (transportes + alojamiento y restaurantes) precios año 2007 en millones de soles
2012	36,565
2013	39,010
2014	40,358
2015	41,933
2016	43,442
2017	44,748
2018	46,959
2019	48, 445
2020	31,039
2021	38,962

Tabla 1 – Valor agregado bruto sector Turismo Peruano

Años	Balance divisas (millones US \$) precios año 2007
2007	764
2008	964
2009	1,036
2010	828
2011	1,046
2012	1,173
2013	1,811
2014	1,788
2015	1,601
2016	1,588
2017	1,546
2018	1,153
2019	1,076
2020	64
2021	-479

Tabla 2 – Balance de divisas precios año 2007 en millones de dólares

Para el desarrollo del diseño de la investigación, aplicamos el modelo de regresión con dos parámetros de Holt por motivo de la tendencia cíclica y lo irregular de los años 2020, 2021, buscando atenuar los promedios y la tendencia. El modelo aplicado fue el siguiente:

$At = a * Yt + (1 - a) * (At-1 + Tt-1)$; donde At es valor atenuado, $0 < a < 1$
 $Tt = b * At - At-1 + (1 - b) * Tt-1$; donde Tt es tendencia del periodo t, $0 < b < 1$
 $Y''t + p = At + Tt$; donde $Y''t + p$ es el pronóstico; donde p es número de periodo.
a = constante de atenuación del periodo.
b = constante de atenuación de la tendencia.

Los resultados que buscamos es pronosticar el impacto económico del Covid-19, en el valor añadido, i) ajustando para los años 2020 y 2021, proyectando para los años 2022, 2023 y 2024, igual para ii) el balance de divisas y en iii) ingresos de turistas internacionales. La justificación de aplicar el modelo, permite explicar la variable con respecto a su propio pasado y un término perturbador Covid-19, cuantificará la recesión económica del VAB, ingresos de turistas internacionales por turismo y situación del ingreso de divisas \$ US.

3. Resultados y discusión

Años		PBI Sectorial turismo (transportes + alojamiento y restaurantes) precios año 2007	At	Tt	Yte	E*E
2007	1	25,208	25,208	0		
2008	2	27,403	26628	254	25208	2195
2009	3	27,301	27153	302	26882	419
2010	4	30,314	29304	633	27455	2859
2011	5	33,734	32393	1072	29937	3797
2012	6	36,565	35470	1430	33465	3100
2013	7	39,010	38265	1674	36901	2109
2014	8	40,358	40210	1723	39939	419
2015	9	41,933	41933	1723	41933	0
2016	10	43,442	43518	1698	43656	214
2017	11	44,748	44913	1644	45216	468
2018	12	46,959	46817	1690	46557	402
2019	13	48,445	48467	1683	48508	63
2020	14	31,039	37789	-527	50150	19111
2021	15	38,962	38361	-330	37262	1700
2022	16				38031	
2023	13				37701	
2024	14				37371	
DAM		a = 0.6468	b = 0.1788			2632.50

Tabla 3 – Pronóstico Valor Agregado Bruto, sector Turismo Peruano, años 2022 al 2024

El modelo se atenuó con los promedios; de la serie real con $a = 0.6468$ y la atenuación de la tendencia de la serie con $b = 0.1788$; la atenuación del VAB real en Turismo, demostró la contracción para los años 2020 y 2021; la atenuación de la tendencia se demostró el receso económico para los años 2020 y 2021. El VAB estimado sus efectos se verificaron para el año 2021 cuya contracción que se originó desde el 2020. Las proyecciones para los años 2022, 2023 y 2024 son de recesión económica respecto al año 2019 antes de l Covid-19.

Años		Balance divisas (millones US \$) precios año 2007	At	Tt	Yte	E*E
2007	1	764	764	0		
2008	2	964	945	110	764	200
2009	3	1,036	1038	100	1054	18
2010	4	828	858	-70	1137	309
2011	5	1,046	1021	71	788	258
2012	6	1,173	1165	116	1093	80
2013	7	1,811	1760	406	1281	530
2014	8	1,788	1824	199	2166	378
2015	9	1,601	1642	-32	2023	422
2016	10	1,588	1590	-44	1609	21
2017	11	1,546	1546	-44	1546	0
2018	12	1,153	1187	-235	1502	349
2019	13	1,076	1064	-167	951	125
2020	14	64	144	-623	897	833
2021	15	-479	-479	-623	-479	0
2022	16				-1102	
2023	17				-1725	
2024	18				-2349	
DAM		a = 0.9037	b = 0.6061			252

Tabla 4 – Pronóstico balance de divisas del sector Turismo Peruano, años 2022 al 2024

El modelo se atenuó con los promedios, de la serie real en $a = 0.9037$ y la atenuación de la tendencia de la serie con $b = 0.6061$; la atenuación del Balance de divisas \$ US real en Turismo, demostró la contracción para el año 2020 y mayor salida de dólares para el año 2021; la atenuación de la tendencia de divisas \$ US en Turismo presenta un comportamiento negativo progresivo desde el año 2015 en adelante por el sesgo de mayor salida de dólares. El Balance de divisas \$ US estimado en Turismo, se demostró la contracción de ingresos de divisas para el año 2020, cuyos efectos se expandieron para el año 2021 con una mayor salida de dólares. Las proyecciones para los años 2022, 2023 y 2024 son de expansion de la salida de dólares respecto al año 2019 antes del Covid-19.

Años		<i>Ingreso turistas internacionales</i>	At	Tt	Yte	E*E
2007	1	1916400	1916400	0		
2008	2	2057620	2056038	26224	1916400	141220
2009	3	2139961	2139315	36939	2082262	57699
2010	4	2299187	2297810	59767	2176253	122934
2011	5	2597803	2595112	104376	2357577	240226
2012	6	2845623	2843986	131513	2699489	146134
2013	7	3163639	3161532	166450	2975499	188140
2014	8	3214934	3216200	145457	3327982	113048
2015	9	3455709	3454656	162922	3361657	94052
2016	10	3744461	3743040	186484	3617578	126883
2017	11	4032339	4031187	205576	3929524	102815
2018	12	4419430	4417384	239497	4236764	182666
2019	13	4371787	4374980	186556	4656881	285094
2020	14	896523	937571	-494025	4561536	3665013
2021	15	444331	444322	-493879	443546	785
2022	16				-49557	
2023	17				-543436	
2024	18				-1037315	
DAM			a = 0.9888	b = 0.1878		390479

Tabla 5 – Pronóstico ingreso turistas internacionales en el sector Turismo Peruano, años 2022 al 2024

El modelo se atenuó con los promedios, de la serie real en $a = 0.9888$ y la atenuación de la tendencia de la serie con $b = 0.1878$; la atenuación del Ingreso de turistas internacionales real en Turismo, demostró la contracción para los años 2020 y 2021; la atenuación de la tendencia de Ingreso de turistas internacionales en Turismo presenta un comportamiento negativo progresivo desde el año 2020 y 2021. El Ingreso de turistas internacionales estimado en Turismo, se demostró la contracción para el año 2021, cuyos efectos se originaron el año 2020. Las proyecciones para los años 2022, 2023 y 2024 son de contracción del Ingreso de turistas internacionales respecto al año 2019 antes del Covid-19.

4. Discusión

Todos los antecedentes tomados como referencia, Collins-Kreiner & Ram; Castanho et al; Menéndez et al.; Cardenete et al.; Agovino & Musella; confirmaron la recesión económica en el sector Turismo, tanto a nivel mundial e iberoamericano, producto de la pandemia Covid-19, demostraron la gravedad y que los efectos se prolongarían a la par de mantener las medidas sanitarias, las mismas que generaron modificaciones en los

comportamientos compra de bienes y servicios sesgados hacia una mayor seguridad y sanidad, desplazando a otros artículos, como es el caso, ligados al sector turismo, lo que trajo como consecuencia la paralización progresiva y casi absoluta del sector turismo, al riesgo acumulativo de compromisos de deuda pendientes y el desempleo a nivel alto; los resultados obtenidos en la investigación concuerdan, porque para el sector turismo, las cifras proyectadas y ajustadas demuestran que la recuperación es lenta y progresiva, que tomará unos cuatro años mínimo para recuperar y alcanzar niveles de producción antes de la pandemia Covid-19; además, no se tomó en cuenta cualquier otro elemento perturbador, que pudiera agudizar más la crisis económica del sector Turismo.

Asimismo, los resultados obtenidos confirman que los niveles de Valor Agregado Bruto del Turismo peruano, son recesivos; al igual que los ingresos de turistas internacionales y el ingreso de divisas \$US; desde los antecedentes, se establece que los programas de apoyo o recuperación del sector son necesarios e inmediatos para amortiguar la caída del sector turismo; sin embargo, los esfuerzos del gobierno peruano a través de los programas de recuperación económica en dos oportunidades y las medidas sanitarias flexibilizadas según contención de la propagación y contagios por Covid-19, los resultados económicos de la inyección de capital de trabajo e inversión hacia diversos operadores turísticos, no se observarán en el corto plazo, porque la pandemia Covid-19, desnudó que las estructuras organizativas empresariales, la rigidez de funciones o rutinas, la logística de distribución y los mercados no estaban preparadas y eran vulnerables, si persistía y se propagaba el Covid-19, esto es semejante a lo manifestado en las referencias.

Todas las referencias consultadas concuerdan, e incidente en Golets et al., que el miedo a contagiarse, la percepción de estar en riesgo de salud, predominó por sobre la intención y decisión de viajar, lo cual sostuvo el proceso recesivo del sector turismo y el incremento del desempleo, en los resultados obtenidos podemos inferir que una estrategia para salir de la crisis será el cambio en la forma de diversificar la oferta de servicios turísticos. Se cierra esta discusión, con respecto a que la recuperación del sector, la *“resiliencia del sector”*, se soportará en las políticas, programas, de apoyo financiero estatales; además, de la capacidad de respuesta, adecuación de los diversos agentes inmersos en el sector Turismo peruano, tal como manifestó Spenceley et al.

5. Conclusiones

Las estrategias implementadas a nivel de cada país fueron heterogéneas, algunas se matizaron con las recomendaciones de la Organización Mundial de Turismo; sin embargo, estas respondieron directamente a la estructura del servicio nacional de salud, la logística de cobertura sanitaria y la toma de decisiones similares en metodología; el proceso de frenar la propagación y contagio generó en el sector turismo una contracción económica, pérdida de empleo, reestructuración organizativa empresarial. El Valor Agregado Bruto estimado del Turismo peruano, sus efectos son de recesión económica del sector, es difícil la recuperación plena del sector Turismo; se demostró que desde el año 2021 la contracción se proyecta hasta los años 2022, 2023 y 2024, cuya causas fueron las medidas sanitarias de confinamiento para frenar el Covid-19 con punto de partida el año 2020. El Balance de divisas \$ US estimado en Turismo, se demostró la mayor salida de dólares desde el año 2021 hasta el 2024. El Ingreso de turistas internacionales estimado en Turismo, se demostró la contracción para el año 2021, y las

proyecciones para los años 2022, 2023 y 2024 son de contracción del Ingreso de turistas internacionales. Los tres años de estudio proyectados: 2022, 2023 y 2024, confirman que la recuperación económica del sector será de largo plazo, para alcanzar los niveles de Valor Agregado Bruto, Balance de divisas e Ingreso de Turistas internacionales al Perú, del año 2019.

Referencias

- Acevedo, Á., Prado, T., Gomes, T., Ovalles-Toledo, L., Sandoval, L., Álvarez-Becerra, R., & Llanos-Herrera, G. (2022) New year's eve shows: an opportunity to further develop sustainable local tourism in Chile. 14, 3962, <https://doi.org/10.3390/su14073962>.
- Agovino, M., & Musella, G. (2021) economic losses in tourism during the Covid-19 pandemic. The case of Sorrento. *Journal Current Issues in Tourism*. 25 (23) 3815-3839, <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.2005548>.
- Arbulú, I., Razumova, M., Rey-Maquiera, J., & Sastre, F. (2021) Can domestic tourism relieve the Cobdi-19 tourist industry crisis? The case of Spain. *Journal of destination Marketing & Management*. (20) 1-12 <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2021.100568>.
- Barrientos-Baez, A., Martínez-Sala, A., Altamirano, V., & Caldevilla, D. (2021) Fake news: la pandemia de la covid-19 y su cronología en el sector turísticos. *Journal Historia y comunicación*. 26 (e) 135-148, <https://dx.doi.org/10.5209/hics.74248>
- Borges-Tiago, T., Silva, S., Couto, J., Mendes-Filho, L., & Tiago, F. (2021) Tourism and COVID-19: the show must go on. *Journal Sustainability*, 13, 12471, <https://doi.org/10.3390/su132212471>
- Boyd, S., Vijay, M., Kulshreshtha, S., & Nica, M. (2021) post-conflict tourism opportunity spectrum (POCTOS): a framework for destinations recovering from conflict. *Journal of sustainable tourism*. 31 (1) 131-148, <https://doi.org/10.1080/09669582.2021.1993866>.
- Cardenete, M., Delgado, M., & Villegas, P. (2022) impact assessment of Covid-19 on the tourism sector in Andalusia: an economic approach. 25 (12) 2029-2035, <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1937073>.
- Castanho, R., Couto, G., Pimentel, P., Sousa, A., Carvalho, C., & Da Graca, M. (2020). The Impact of SARS-CoV-2 Outbreak on the Accommodation Selection of Azorean Tourists. A Study Based on the Assessment of the Azores Population's Attitudes. *Journal Sustainability*, (12) 9990, <https://doi.org/doi10.3390/su12239990>.
- Coolins-Kreiner, N., & Ram, Y. (2020) National tourism strategies during the Covid-19 pandemic. *Journal Annals of Tourism Research*, 89 1-6, <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.103076>.
- Escudero, L. (2021) cultural tourism in cities post-COVID-19: a perspective and proposals for an alternative model. *Boletín de la Asociación de Geógrafos españoles*, (91) <https://doi.org/10.21138/bage.3138>.

- Golets, A., Farias, J., Pilati, R., & Costa, H. (2021) Covid-19 pandemic and tourism: the impact of the health risk perception and intolerance of uncertainty on travel intentions. *Journal Psychology*, <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02282-6>.
- Gossling, S., Scott, D., & Hall, M. (2020) pandemics, tourism and global change: a rapid assessment of COVID-19. *Journal of sustainable tourism*, 29 (1) 1-20, <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1758708>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023). Índice temático: Turismo: principales indicadores del sector Turismo. <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/turismo-11176/>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023). Índice temático: Turismo: ingreso de turistas internacionales, según zona geográfica y país de residencia. <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/turismo-11176/>.
- Menéndez, E., Díaz, M., López, J. (2021) Are there opportunities for sustainable tourism in the province of Manabi-Ecuador after COVID-19? The case study of Puerto Lopez. *International Journal of Sustainable development and planning*. 16 (8) 1415-1423, <https://doi.org/10.18280/ijstdp.160>
- Ortega, G., Navarro, E., & Cerezo, A. (2022) Stakeholder's perception of the impacts and recovery strategies to apply in the fase of a severe tourism crisis: the case of Covid-19 in Spain. *Cuadernos de Turismo*, (50) 203-228, <https://doi.org/10.6018/turismo.541921>
- Silva, N., & Pereira, D. (2022) Efeitos da pandemia da Covid-19 sobre os meios de hospedagens dos principais destinos turísticos do litoral do Ceará, Brasil. 16 (2) 86-103 www.revistas.ufg.br/index.php/atelie.
- Simone, M., Da Silva, M., & Silva, R. (2022) Efeitos da pandemia do novo coronavirus (covid-19) no sector turísticos da regio Nordeste do Brasil. 20 (1) 69-81, <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2022.20.005>.
- Spenceley, A., McCool, S., Newsome, D., Báez, A., Barborak, J., Blye, C., Bricker, K., Cahyadi, H., Corrigan, K., Halpenny, E., Hvenegaard, G., Malleret, D., Leung, Y., Mandic, A., Naidoo, R., Rüede, D., Sano, D., Sarhan, M., Santamaría, V. Beraldo, T & Zschiegner, A. (2021) Tourism in protected and conserved areas amid the Covid-19 pandemic. *Journal PARKS*, 27 (e) 103-118, <https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/60318/>
- Valle, F. (2021) Estrategias de negocios ante la crisis sanitaria: el caso de Perú. *Sapienza International Journal of Interdisciplinary Studies*. 2 (3) 64-75, <https://doi.org/10.51798/sijis.v2i3.122>
- Zaman, U., Hassan, S., Abbasi, S., Aktan, M., & Farías, P. (2021) Sustainable or a butterfly effect in global tourism? Nexus of pandemic fatigue, COVID-19-branded safety, travel stimulus incentives, and post-pandemic revenge travel. *Journal Sustainability*, (13) 1-21, <https://doi.org/10.3390/su132212834>.

Diagnóstico del Contexto Educativo Intercultural para la Atención Infantil de la Comunidad Yanesha Tsachopen en Oxapampa - Perú

Ivan Iraola-Real¹, Angela Maria Herrera Alvarez², Ivan Diaz-Leon¹

iiraola@uch.edu.pe; amheal1212@gmail.com; diazleonivan1127@gmail.com

¹ Universidad de Ciencias y Humanidades, Los Olivos, Lima 15314, Lima, Perú.

² Universidad Privada Norbert Wiener, Santa Beatriz, Lima 15081, Lima, Perú.

Pages: 217-229

Resumen: En el Perú, la educación intercultural enfrenta diversas problemáticas, tales como la enseñanza bilingüe o el desprestigio de los saberes autóctonos. Particularmente, en la comunidad Tsachopen se observa la reducción de los conocimientos ancestrales. Debido a esta razón, la presente investigación tiene como propósito, diagnosticar el contexto educativo intercultural para la atención infantil de la Comunidad Yanesha Tsachopen en Oxapampa – Perú. Se aplicó una metodología cualitativa en la que mediante una guía de análisis de documentos se revisaron 10 documentos de política de educación intercultural en el Perú, de las características de la gestión educativa de la comunidad Tsachopen, y sus características culturales y educativas. Finalmente, los resultados demuestran que los documentos sobre políticas educativas peruanas fomentan la educación intercultural bilingüe; pero, la comunidad Tsachopen solo posee un sistema escolarizado de nivel inicial y primaria a la cual no todos acceden. Además, la educación se vincula a su cultura ancestral y a sus costumbres.

Palabras-clave: Educación Intercultural, Diversificación Educativa; Educación Infantil; Educación Bilingüe

Diagnosis of the Intercultural Educational Context for Child Care of the Yanesha Tsachopen Community in Oxapampa - Peru

Abstract: In Peru, intercultural education faces diverse problems, like bilingual education or the discredit of autochthonous knowledge. Particularly, in the Tsachopen community, the reduction of ancestral knowledge is observed. Due to this reason, the purpose of this research is to diagnose the intercultural educational context for childcare in the Yanesha Tsachopen Community in Oxapampa - Peru. A qualitative methodology was applied in which, through a document analysis guide, 10 intercultural education policy documents in Peru were reviewed, regarding the characteristics of educational management of the Tsachopen community, and its cultural and educational characteristics. Finally, the results show that Peruvian educational policy documents promote intercultural bilingual education; but the Tsachopen community only has an initial and primary level school system to which

not everyone has access. In addition, education is linked to their ancestral culture and customs.

Keywords: Intercultural Education, Diversification Of Education; Early Childhood Education; Bilingual Education

1. Introducción

La provincia de Oxapampa (Perú) fue habitada inicialmente por los pobladores Yaneshas quienes desarrollaron sus propias manifestaciones culturales como el lenguaje, religión, danzas, arte, etc. Y como parte de los Yaneshas, se encuentra la comunidad Tsachopen, integrada por cuatro grupos nativos denominados los Miraflores, Quillazu, Sipizu y Gramazu quienes se han adaptado a la modernidad conservando sus tradiciones (Municipalidad Distrital de Chontabamba, 2023). Esta comunidad pertenece a Chontabamba, uno de los siete distritos de la provincia de Oxapampa, en donde habitan otras etnias nativas como los amueshas y asháninkas en el departamento de Cerro de Pasco en Perú (Garavar, 2003) (ver Figura 1). Estas etnias se caracterizan por su riqueza cultural en la que destaca la naturaleza como elemento de su identidad (Quiroz, 2019) y de subsistencia para sus necesidades diarias (del Solar & de los Ángeles, 2021). La cual se plasma en sus manifestaciones artísticas con diversas técnicas autóctonas de teñido o tejido con plantas y semillas (Arteta, 2012). Además, la naturaleza es parte de su expresión musical a la hora de elaborar sus instrumentos y al componer la letra de sus canciones (Vasquez, 2015).

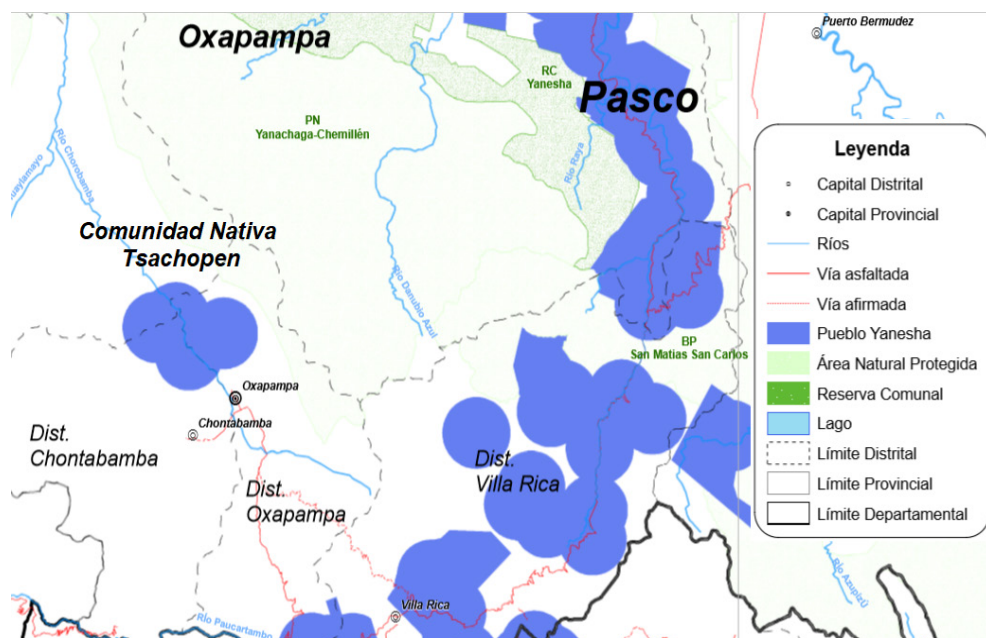


Figura 1 – Comunidad Nativa Tsachopen en Chontabamba (Oxapampa – Perú) (Ministerio de Cultura del Perú, 2023b).

Los Yaneshas (o amueshas) se asentaron en tierras aledañas a las riveras de los ríos Chanchamayo, Paucartambo, Pozuzo y Palcazú mediante los cuales se han mantenido comunicados con otros asentamientos nativos para el intercambio de productos, para lograr alianzas matrimoniales y celebrar rituales ancestrales. Esto les permite vivir en equilibrio con la naturaleza, garantizando sus prácticas de subsistencia como la caza, pesca, recolección o actividades agrícolas (Benavides & Pariona, 2002). Los Yaneshas han ocupado este territorio desde 1880 hasta la llegada de los misioneros y colonizadores de Europa (Smith, 1982). A pesar de todo el esfuerzo que se realiza, no ha sido posible generar iniciativas de integración de los pueblos nativos, la conservación de la identidad ligada a las costumbres de protección natural de los Yaneshas o trabajar en propuestas educativas y de salud (Quiroz, 2019). Esto debido a varias dificultades interculturales, las cuales han provocado que no se hayan integrado por completo y no se hayan sentido parte de los procesos de desarrollo por la persistencia de prácticas sociales de exclusión y desvalorización de las poblaciones indígenas (Quispe & Reina, 2021). Además de eso, existen problemáticas como la reducción de sus tierras, el daño al medio ambiente, la expansión de las empresas privadas, desprestigio de la educación ancestral, cambios en sus actividades de subsistencia y de alimentación, lo cual ha ido generando la pérdida de varios de sus elementos culturales (Quiroz, 2019).

2. Marco conceptual

2.1. Aspectos educativos y sociales de la Comunidad Tsachopen

La Comunidad Nativa Tsachopen está ubicada a aproximadamente a 6.5 kilómetros de la ciudad de Oxapampa en la reserva de biósfera Asháninka – Yaneshas (BIOAY) entre los 1800 a 2200 m.s.n.m (del Solar & de los Ángeles, 2021). Fue reconocida desde el 08 de enero 1976 con la Resolución R.D. 1161-OAE-ORAMS VI. Posee una extensión geográfica de 865.862355412 hectáreas. Demográficamente cuenta con una población de 569 habitantes, 301 varones (52.90%) y 268 mujeres (47.10%). A nivel cultural, la Comunidad Tsachopen posee un idioma originario perteneciente a la familia lingüística Arawak, pero el 0.93% de los habitantes habla lenguas maternas indígenas; es decir, 5 habitantes de los 569 (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a). La Comunidad Yaneshas de Tsachopen puede ser considerada como uno de los grupos étnicos más representativos de la provincia de Cerro de Pasco (Perú). Esta comunidad a nivel cultural le asigna un gran significado simbólico al medio ambiente como parte de su identidad (Quiroz, 2019).

A nivel educativo ofrece educación inicial y educación primaria de tipo Empresa Individual de Responsabilidad Limitada (EIRL) (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a). Las escuelas de la comunidad están bajo la jurisdicción de la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) de Oxapampa a cargo de los distritos de Chontabamba, Constitución, Huancabamba, Palcazu, Pozuzo y Villa Rica (Dirección Regional de Educación de Pasco Perú, 2022). Esta UGEL en Oxapampa tiene a su cargo un total de 498 escuelas de educación inicial, primaria y secundaria gestionando docentes y directores en condición laboral de nombrados, contratados y designados. La UGEL de Oxapampa promueve actividades para el desarrollo de la identidad cultural, la interculturalidad, el deporte, la mejora continua de la calidad educativa y el liderazgo docente para educar personas responsables, con derechos y con capacidades productivas, transformadoras de los

recursos naturales practicando el desarrollo sostenible y la gestión educativa autónoma, participativa y eficiente en la provincia de Oxapampa (UGEL Oxapampa, 2023). Sin embargo, debido a las dificultades de acceso a la educación en la comunidad Tsachopen (del Solar & de los Ángeles, 2021); y a los problemas de integración intercultural y a la degradación de los pueblos indígenas (Quispe & Reina, 2021), existe la necesidad de pensar en propuestas de solución mediante programas educativos.

2.2. Necesidades de un Programa Educativo según la realidad indígena

Debido a que no todos pueden acceder a la educación; por ejemplo, en la comunidad menos de la mitad realizan estudios de educación primaria, las escuelas de educación secundaria se encuentran en Oxapampa y solo un 15% accede a la educación superior. Además, se debe considerar la migración a la ciudad de los que cuentan con mejores condiciones económicas en busca de una educación de calidad (del Solar & de los Ángeles, 2021). Lo que, en contraparte, podría terminar en la participación de un sistema educativo que minimice la cultura indígena y a sus conocimientos autóctonos (Nesterova & Jackson, 2022). Generando que los estudiantes sean objetos de prejuicios (Battle & Smiley, 2017), por una supuesta “falta de conocimientos” por pertenecer a una cultura infravalorada (Kirby et al., 2020). Es por ello que, la presencia de diversas problemáticas en la integración intercultural de los pueblos indígenas como la persistente exclusión y desvalorización social a nivel de programas de educación y salud (Quispe & Reina, 2021), llevan a la reducción de las prácticas culturales, como de su lengua originaria Arawak (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a).

Esta problemática se observa en todo el Perú, evidenciando que las escuelas no logran adaptarse por completo a la realidad cultural (Ruelas, 2021). Confirmando los resultados del Balance del Proyecto Educativo Nacional al 2021; que expone que la educación de las comunidades indígenas en el nivel inicial y primario no lograron diversificar el currículo nacional de acuerdo a las necesidades de las comunidades (Consejo Nacional de Educación [CNE], 2018). Ante estas problemáticas, existe la necesidad de gestionar un programa educativo mediante la Coordinación de la Red Educativa de Instituciones y Programas Educativos, con los Centros Base y las escuelas (UGEL Oxapampa, 2023). Este programa educativo se puede desarrollar en base al enfoque transversal y de atención a la diversidad cultural (Ministerio de Educación del Perú [MINEDU], 2017). Así, redefinir la educación de acuerdo a la realidad de las regiones (Tapia, 2020), favoreciendo a la participación y mejoras en los aprendizajes de los estudiantes de las minorías étnicas (Thomas & Quinlan, 2022). De esta manera, gestionar las propuestas educativas según las demandas culturales (MINEDU, 2021). Para el desarrollo del programa educativo, se requiere primero reflexionar sobre la problemática mediante un diagnóstico de diversos aspectos educativos y locales (MINEDU, 2011).

2.3. Objetivo de estudio

Debido a las problemáticas de la educación intercultural en el Perú (Ruelas, 2021), en las que se desprestigia la cultura indígena, los saberes autóctonos (Nesterova & Jackson, 2022) y se discrimina a los estudiantes indígenas (Battle & Smiley, 2017). Además, de forma particular, en la comunidad Tsachopen se va reduciendo la educación

ancestral (Quiroz, 2019), se van perdiendo las prácticas culturales y su lengua originaria (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a). Resulta relevante desarrollar propuestas educativas para revitalizar la riqueza cultural; pero para iniciar, se requiere realizar un diagnóstico educativo y local. Debido a esta razón, la presente investigación tiene como propósito, diagnosticar el contexto educativo intercultural para la atención infantil de la Comunidad Yanasha Tsachopen en Oxapampa - Perú. De acuerdo a este objetivo, se explica la metodología de investigación.

3. Metodología

Debido a la naturaleza del estudio educativo, la investigación se orienta de acuerdo a la metodología del enfoque cualitativo. Este enfoque permite desarrollar exploración y análisis de datos de índole interpretativa hermenéutica (Creswell & Creswell, 2018). Y de forma específica se aplicará la metodología de tipo análisis documental según la orientación de Hernán Hernández-Ayala y Sergio Tobón-Tobón (2016) quienes sugieren que se logre la inclusión educativa en base a la selección, organización y análisis de materiales escritos con la finalidad de dar respuesta a varias interrogantes de estudio.

3.1. Procedimientos investigativos

Para el diagnóstico del contexto educativo intercultural, se procedió de la siguiente manera. **Primero:** como se trata de un estudio de análisis documental se seleccionaron fuentes y archivos (Hernández-Ayala & Tobón-Tobón, 2016); relacionados a la educación intercultural en Perú y a la comunidad Tsachopen, específicamente sobre la realidad educativa y cultural. Estos documentos se analizaron en orden cronológico de publicación. **Segundo:** se diseñó una guía de análisis de documentos orientada a la extracción de información según tres categorías; políticas de educación intercultural en Perú, características de la gestión educativa en la Comunidad Tsachopen, y características culturales y educativas de la Comunidad Tsachopen. **Tercero:** se procedió al análisis codificando y extrayendo categorías emergentes (Fusch et al., 2018), mediante matrices de triangulación de datos. **Cuarto:** de acuerdo a este procedimiento se orientó el análisis y discusión de los resultados (Williams & Moser, 2019).

3.2. Muestreo documental

Por tratarse de una investigación de análisis documental, se procedió ha estudiar documentos de gestión educativa peruana, páginas webs locales y gubernamentales de la comunidad Tsachopen; así como tesis o artículos de investigaciones relacionados a la comunidad. De esta manera se seleccionaron documentos según las tres categorías de análisis. Estos se detallan a continuación en la Tabla 1.

Categorías de Análisis	Fuentes	Documentos seleccionados
1 Políticas de educación intercultural en Perú	Documentos peruanos sobre políticas y gestión educativa	Ley General de Educación Nro. 28044 (2003). Currículo Nacional de Educación Básica (MINEDU, 2017) Proyecto Educativo Nacional al 2036 (CNE, 2020).

Categorías de Análisis	Fuentes	Documentos seleccionados
2	Características de la gestión educativa en la Comunidad Tsachopen	Webs locales y gubernamentales asociadas a la comunidad Tsachopen Web de la Dirección Regional de Educación de Cerro de Pasco (2022) Webs del Ministerio de Cultura del Perú (2023a; 2023b) Web de la UGEL Oxapampa (2023).
3	Características culturales y educativas de la Comunidad Tsachopen	Benavides, M. y Pariona, M. (2002). La Cooperativa Forestal Yánesha y el sistema de manejo forestal comunitario en la selva central peruana. Quiroz, T. (2019). Representaciones sociales del medioambiente en la comunidad nativa Yanesha de Tsachopen en la provincia de Oxapampa, Pasco, Perú. Quispe y Reina (2021). El diálogo intercultural en los procesos de desarrollo en las comunidades Yanesha y Asháninkas en Selva Central. del Solar, C. & de los Ángeles, M. (2021). El rol de los sistemas agroforestales para los medios de vida familiares: caso en la comunidad nativa Tsachopen.

Tabla 1 – Muestreo de documentos

3.3. Instrumentos de evaluación

Guía de análisis documental. Este documento se elaboró tomando como base a la guía metodológica de aplicación de la técnica de análisis documental de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (2020). En este estudio, la Tabla 1 muestra las características de los documentos a analizar. Después, se adaptaron las dimensiones e indicadores a categorías; luego se estableció la columna de fuente o documento, la de resultados encontrados y observaciones (ver Tabla 2, 3 y 4). Cada tabla es una guía de análisis documental que se elaboró según tres categorías; políticas de educación intercultural en Perú, características de la gestión educativa en la Comunidad Tsachopen, y características culturales y educativas de la Comunidad Tsachopen. Por ejemplo; la tercera categoría “características culturales y educativas de la Comunidad Tsachopen”; solicita al investigador revisar los documentos seleccionados para identificar cuáles son las dificultades y aspectos a atender en la comunidad nativa; así, se extrae la información y luego de analiza en la discusión de resultados. Es relevante mencionar que si bien la información fue escasa; desde la Tabla 1 a la 4 los documentos se organizan en orden cronológico de publicación a fin de obtener un análisis, discusión y conclusiones más actualizadas.

4. Análisis y Discusión de Resultados

4.1. Primera categoría: Políticas de educación intercultural en el Perú

Según el análisis de las categorías emergentes de la Tabla 2, se puede observar que, los documentos acerca de las políticas sobre educación intercultural en el Perú presentan un desarrollo amplio del mismo; incluso llevando de la mano el tema de la educación bilingüe y la inclusión social. Por ejemplo; se toma como documento rector

de la educación peruana a la Ley General de Educación Nro. 28044 que en su artículo octavo sobre los principios de la educación establece la necesidad de desarrollar la educación intercultural, asumiendo la misma como parte de la riqueza del país; así como el reconocimiento a las diferencias culturales, étnicas y lingüísticas (Congreso de la República del Perú, 2003). Además, tanto en Currículo Nacional de la Educación Básica (MINEDU, 2017); como el PEN al 2036 (CNE, 2020) proponen que la educación se desarrolle asumiendo un enfoque intercultural que respete la diversidad cultural, las costumbres y las lenguas originarias. Particularmente, sugieren que los docentes dominen las lenguas originarias de los estudiantes a fin de desarrollar las sesiones de aprendizaje en un idioma comprensivo para los educandos. Y se genera la posibilidad del diálogo con las autoridades de las comunidades indígenas; así, los docentes y los directores de las escuelas pueden diversificar el currículo escolar de acuerdo a las necesidades locales. Y según las necesidades, implementar programas educativos que favorezcan a la formación integral de los educandos de los pueblos indígenas.

Fuente / documento	Resultados encontrados	Categorías emergentes
1 Ley General de Educación Nro. 28044	Artículo 8 principios de la educación; f) La interculturalidad, que asume como riqueza la diversidad cultural, étnica y lingüística del país, y encuentra en el reconocimiento y respeto a las diferencias, así como en el mutuo conocimiento y actitud de aprendizaje del otro, sustento para la convivencia armónica y el intercambio entre las diversas culturas del mundo. Artículo 10 sobre los criterios para la universalización, la calidad y la equidad propone adoptar el enfoque intercultural para igualar las oportunidades de desarrollo integral y óptimos logros de aprendizajes. Artículo 20 sobre la educación bilingüe intercultural, expresando que se ofrece en todo el sistema educativo, mediante el diálogo intercultural con los pueblos indígenas; propone educar en la lengua materna, en la necesidad que los docentes dominen la lengua originaria donde laboren y que se garantice la participación de los miembros de los pueblos indígenas en la formulación de programas educativos.	Universalizar la educación fomentando la educación intercultural bilingüe
2 Currículo Nacional de Educación Básica (MINEDU, 2017)	En la presentación del Currículo Nacional de la Educación Básica se propone apostar por la formación integral con una perspectiva intercultural respetando las características de los estudiantes y valorando la diversidad a partir del diálogo intercultural. Principalmente, el tercer enfoque intercultural propone valores de respeto a la identidad cultural promoviendo en la escuela la aceptación a la vestimenta, las costumbres, creencias, que los docentes hablen las lenguas originarias así como ellos y los directores fomenten la participación continua de la comunidad.	Gestionar el currículo de la educación básica con un enfoque intercultural
3 Proyecto Educativo Nacional al 2036 (CNE, 2020).	En la orientación estratégica 5 propone lograr un sistema educativo que garantice que todos y en particular las poblaciones en situación de vulnerabilidad se eduquen. Así, en el indicador “f” sostiene la necesidad de implementar políticas de educación intercultural para todos y de forma transversal garantizando la igualdad ante la diferencia cultural. Establece los Mecanismos de Consulta en el cual en la sección “c” de los espacios de diálogo y de discusión con expertos y actores claves establece la importancia de profundizar temas estratégicos como la educación intercultural.	Implementar políticas de educación intercultural mediante espacios de diálogo

Tabla 2 – Matriz de triangulación de análisis documental de la categoría: Políticas educativas sobre educación intercultural en el Perú

Si bien, desde la Ley General de Educación se propone la participación de los miembros de los pueblos indígenas, esto permite comprender la necesidad de realizar programas educativos democráticos. Sin embargo, según el Balance del Proyecto Educativo Nacional al 2021; en la educación de las comunidades indígenas no se logró adaptar el currículo escolar según las particularidades culturales (CNE, 2018). De acuerdo a la ley y a la problemática, urge replantear propuestas educativas de acuerdo a las comunidades (Tapia, 2020), para la mejora de los aprendizajes de los estudiantes de las minorías étnicas (Thomas & Quinlan, 2022). Esto se puede lograr mediante el diálogo intercultural que propone el Currículo Nacional (MINEDU, 2017) y el PEN al 2036 (CNE, 2020).

4.2.Segunda categoría: Características de la gestión educativa en la Comunidad Tsachopen

En la Tabla 3, las categorías emergentes especifican que la gestión educativa está a cargo de la Dirección Regional de Educación de Cerro de Pasco (2022), y de la UGEL de Oxapampa (2023). Particularmente, la comunidad Tsachopen posee un sistema educativo escolarizado con un total de tres escuelas (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a), dos de educación inicial y una escuela de educación primaria. Estas escuelas cuentan con docentes y directores en la condición laboral de trabajo nombrados, contratados y designados (UGEL Oxapampa, 2023).

Fuente / documento	Resultados encontrados	Categorías emergentes
1 Dirección Regional de Educación de Cerro de Pasco (2022)	La gestión es organizada por la Dirección Regional de Educación de Cerro de Pasco (2022) pero específicamente por la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) Oxapampa responsable del distrito de Chontabamba creada el 06 de enero del 2003 mediante la Resolución Directoral Nro. 0006-2003-DREP.	Gestión educativa por la DRE
2 Webs del Ministerio de Cultura del Perú (2023a)	A nivel educativo cuenta con un sistema escolarizado de tres escuelas que ofrecen educación inicial en una escuela y educación primaria en dos escuelas (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a). Las escuelas	Sistema escolarizado
3 Web de la UGEL Oxapampa (2023)	La misión de la UGEL es promover la identidad cultural, la interculturalidad, el liderazgo docente para formar ciudadanos con derechos y con capacidades productivas, transformadoras de los recursos naturales practicando el desarrollo sostenible y la gestión autónoma, democrática y participativa en Oxapampa. Escuela José el Carpintero (Código modular: 0536375) (inicial – jardín). Escuela Miraflores (Código modular: 1142884) (inicial – jardín). Escuela Nro. 34245 (Código modular: 0425017) (primaria) (UGEL Oxapampa, 2023).	Escuelas de nivel inicial y primario

Tabla 3 – Matriz de triangulación de análisis documental de la categoría: Características de la gestión educativa en la Comunidad Tsachopen

La Tabla 3 muestra la presencia de un sistema de gestión organizado para las escuelas de la comunidad Tsachopen. Sin embargo, al observarse que para una población de 129 infantes, niños y adolescentes entre los 5 a 14 años de edad (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a); resulta necesario pensar en la organización y distribución de los estudiantes por grado y ciclo. Además, de reflexionar las necesidades educativas en cuanto a efectividad de la educación de acuerdo a sus necesidades culturales (CNE, 2018), debido a que se aprecia la reducción de su lengua originaria (MINEDU, 2013) que solo es hablada por 5 habitantes (0.93%) de 569 (Ministerio de Cultura del Perú, 2023a). Además, la carencia de escuelas de educación secundaria genera que muchos no continúen sus estudios. Y otros, migren buscando mejor calidad educativa (del Solar & de los Ángeles, 2021). Sumándose a las dificultades para integrar a los pueblos indígenas en los programas educativos (Quispe & Reina, 2021).

4.3. Tercera categoría: Características culturales y educativas de la Comunidad Tsachopen

La Tabla 4 muestra algunas características culturales y educativas de la comunidad Tsachopen. Por ejemplo, para sus habitantes, la naturaleza (Benavides & Pariona, 2002) y el territorio son importantes en su cultura, pero este se va reduciendo por la invasión de “hombres blancos”, lo que genera varios problemas ambientales como la depredación de bosques y la contaminación del agua afectando la salud. Además, se debilita a sus deidades religiosas que son parte de su educación ancestral (Quiroz, 2019). Y si bien, a nivel de educación formal, los Yaneshas lograron implementar sistemas educativos bilingües en el nivel inicial y primaria; no se alcanzaron estos logros en educación secundaria; siendo esto una posible causa de desvalorización y exclusión indígena (Quispe & Reina, 2021).

De acuerdo a esta categoría, se comprende que, en los pueblos indígenas, la cultura es indisoluble de sus procesos educativos ancestrales y formales; por ello, se deben analizar ambas en los procesos de diagnóstico e implementación de programas educativos. Entre las características culturales y educativas se aprecia que la comunidad Tsachopen desarrolla su cultura teniendo como elemento esencial a la naturaleza, la flora y la fauna de su territorio (Benavides & Pariona, 2002). Por ello, los problemas ambientales se asocian a modificaciones en sus estilos de vida como a cambios alimenticios debido a que ya no pueden cazar; considerando de la dieta actual y la carne que compran no es sana. Desde luego que los habitantes de la comunidad Tsachopen han generado maneras de transmitir su cultura de forma generacional, es necesario reflexionar sobre problemáticas que se asocian a la naturaleza como los ríos, bosques y animales de su territorio; debido a que ellos son parte de su cultura, su identidad, de su bienestar, etc. (Quiroz, 2019). Y si bien existen logros en cuanto a educación bilingüe en el nivel inicial y primaria; no toda la comunidad accede a la educación primaria, siendo los jefes varones los que sí participan de ella (del Solar & de los Ángeles, 2021).

Fuente / documento	Resultados encontrados	Categorías emergentes
1 Benavides y Pariona (2002)	La comunidad Tsachopen es parte de los Yaneshas quienes viven cerca de las riveras de los ríos Chanchamayo, Paucartambo, Pozuzo y Palcazú; que han sido sus rutas de comunicación con otros pueblos nativos para intercambiar productos y para practicar sus costumbres matrimoniales y rituales. Estos ríos son de gran relevancias cultural porque permite la vida en armonía con los bosques, favoreciendo la caza, pesca y la agricultura (Benavides & Pariona, 2002)	La cultura Tsachopen se vincula con la naturaleza
2 Quiroz (2019)	El pueblo Yaneshas presenta uno de los más altos niveles de alfabetismo entre la población de cinco años y más; debido a la creación de escuelas bilingües. Como parte de sus tradiciones y su educación religiosa que se transmite generacionalmente existe la débil presencial de su deidad “Yompol” quien es omnipresente y a quien deben orar en su idioma solicitando protección y compañía (Quiroz, 2019).	Alfabetización y educación religiosa
3 Quispe y Reina (2021)	El Estado promueve el diálogo intercultural para desarrollar la educación intercultural bilingüe, lo que se observa en los logros de los Yaneshas quienes en 70% de sus escuelas de educación inicial y primaria son bilingües, con docentes que son de las mismas comunidades. Y la educación secundaria no es bilingüe. Persistencia de prácticas sociales de exclusión y desvalorización de las poblaciones indígenas; como evidencia de esto, la educación bilingüe solo se desarrolla en el 30% (Quispe & Reina, 2021).	Educación bilingüe en inicial y primaria
4 del Solar y de los Ángeles (2021)	En Tsachopen, la educación primaria es de mayor acceso para los jefes de familia quienes generalmente son varones; siendo un 46% quienes participan de este nivel educativo (del Solar & de los Ángeles, 2021).	Los jefes acceden a la educación primaria

Tabla 4 – Matriz de triangulación de análisis documental de la categoría: Características culturales y educativas en la Comunidad Tsachopen

5. Conclusiones y trabajos futuros

La comunidad Yaneshas Tsachopen es una de las poblaciones nativas más representativas de la provincia de Oxapampa (Perú). A nivel de documentos de gestión educativa peruana se aprecia que la Ley General de Educación, el Currículo Nacional de Educación Básica y el Proyecto Educativo Nacional al 2036 proponen el desarrollo de políticas educativas que promueven la educación intercultural bilingüe mediante el diálogo en el que participen representantes de la comunidad. Luego, al verificar los documentos gubernamentales locales, se identifica que la comunidad posee un sistema educativo escolarizado con tres escuelas, dos de educación inicial y una de educación primaria. Si bien se describe que son escuelas bilingües, se aprecia la reducción del idioma originario, de las costumbres y de los estilos de vida. Esta reducción está asociada a la reducción del territorio, así como de la depredación de los recursos naturales. Como trabajos futuros se espera ampliar el conocimiento mediante estudios de caso o análisis cualitativos haciendo uso de entrevistas a varios protagonistas de la comunidad. Además, desarrollar propuestas educativas integrales aplicando metodologías de investigación acción participativa a fin de contribuir en la solución de las problemáticas y a revitalizar los conocimientos ancestrales.

Referencias

- Arteta, F. (2012). Coyanesha Cherom: mujeres teñidoras de la comunidad nativa Tsachopen. *Anthropía*, (10), 47-52. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/anthropia/article/view/11256>
- Battle, J. & Smiley, C. (2017). Familia y educación: a quantitative assessment of the impact of parental configuration on educational attainment for a national sample of Latinx students. *Race Ethnicity and Education*, 23(1), 21-38. <https://doi.org/10.1080/13613324.2018.1497963>
- Benavides, M. y Pariona, M. (2002). La Cooperativa Forestal Yánesha y el sistema de manejo forestal comunitario en la selva central peruana. En R. Smith y D. Pinedo (Eds.), *El cuidado de los bienes comunes: gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía* (pp. 305-333). Instituto de Estudios Peruanos e Instituto del Bien Común.
- Consejo Nacional de Educación. (2018). Proyecto Educativo Nacional. Balance y Recomendaciones. CNE.
- Consejo Nacional de Educación. (2020). Proyecto Educativo Nacional al 2036. CNE.
- Congreso de la República del Perú. (2003). Ley General de Educación Nro. 28044 http://www.minedu.gob.pe/p/ley_general_de_educacion_28044.pdf
- Creswell, J., y Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5a ed.). SAGE Publications.
- del Solar, C. & de los Ángeles, M. (2021). El rol de los sistemas agroforestales para los medios de vida familiares: caso en la comunidad nativa Tsachopen, Oxapampa. En G. Albarracán-Llúncor y C. Reinhard (Eds.), *Diez años de la reserva de biosfera Oxapampa – Ashaninika - Yánesha* (pp. 175-200). University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (Austria).
- Dirección Regional de Educación de Pasco Perú. (2022). Directorio UGEL. <https://drepassco.gob.pe/directorio-ugel/>
- 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>
- Garayar, C. (2003). *Atlas departamental del Perú: Lima/Callao – Pasco*. La República – Ediciones PEISA.
- Hernández-Ayala, H. & Tobón-Tobón, S. (2016). Análisis documental del proceso de inclusión en la educación. *Revista Ra Ximhai*, 12(6), 399-420. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46148194028.pdf>
- Kirby, E., Tolstikov-Mast, Y. & Walker, J. (2020). Retention challenges for indigenous Peruvian college students on Beca 18 scholarship and strategies to improve their experiences and academic success. *Diaspora, Indigenous, And Minority Education*, 14(3), 162-176. <https://doi.org/10.1080/15595692.2020.1740980>

- Ministerio de Cultura del Perú. (2023a). Base de datos de pueblos indígenas u originarios: Tsachopen. <https://bdpi.cultura.gob.pe/index.php/localidades/tsachopen>
- Ministerio de Cultura del Perú. (2023b). Base de datos de pueblos indígenas u originarios: Yanesha. <https://bdpi.cultura.gob.pe/pueblos/yanesha>
- Ministerio de Educación del Perú. (2011). Guía de Formulación de Proyectos de Innovación Pedagógica. https://www.fondep.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/Gu%C3%ADa_formulaci%C3%B3n_proyectos_innovacion.pdf
- Ministerio de Educación del Perú. (2013). Documento Nacional de Lenguas Originarias. MINEDU.
- Ministerio de Educación del Perú. (2017). Currículo Nacional de la Educación Básica. <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-2016-2.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú. (2021). Resolución Viceministerial Nro. 222-2021-MINEDU. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2014807/RVM%20N%C2%Bo%20222-2021-MINEDU.pdf.pdf>
- Municipalidad Distrital de Chontabamba. (2023). Comunidad nativa Tsachopen. https://www.peru.gob.pe/Nuevo_Portal_Municipal/portales/Municipalidades/1552/entidad/PM_MUNICIPALIDAD_DETALLE.asp?pk_id_entidad=1552&pk_id_tema=109270&pk_id_sub_tema=14111
- Nesterova, Y. & Jackson, L. (2022). Introduction to the special issue. Indigenous education in urban settings: critical examinations and meaningful responses. *Diaspora, Indigenous, And Minority Education*, 16(1), 1-5. <https://doi.org/10.1080/15595692.2021.2008348>
- Quispe López, M. M. y Reina Orosco, P. S. (2021). El diálogo intercultural en los procesos de desarrollo en las comunidades Yanesha y Asháninkas en Selva Central. *Socialium*, 5(1), 207-225. <https://doi.org/10.26490/unpc.sl.2021.5.1.824>
- Quiroz, T. (2019). Representaciones sociales del medioambiente en la comunidad nativa Yanesha de Tsachopen en la provincia de Oxapampa, Pasco, Perú. [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio digital PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14996>
- 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>
- Smith, R. (1982). *Las comunidades nativas y el mito del gran vacío amazónico: un análisis de planificación para el desarrollo en el Proyecto Especial Pichis Palcazú*. AIDSEP y Cultural Survival.
- Tapia, J. (2020). *Análisis crítico de la diversidad curricular y construcción participativa de los currículos regionales en el Perú: el caso Proyecto Curricular Regional de Puno*. [Tesis de maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales de Argentina] Repositorio digital FLACSO. <http://hdl.handle.net/10469/16770>

- Thomas, D. & Quinlan, K. (2022). Reimagining curricula: effects of cultural (in) sensitivity of curricula on racially minoritised students' engagement, *Studies in Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/03075079.2022.2134332>
- Unidad de Gestión Educativa Local de Oxapampa. (2023). Misión y visión de la UGEL Oxapampa. <http://ugeloxapampa.edu.pe/Bienvenida21.php>
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. (2020). Guía metodológica de aplicación de la técnica de análisis documental. <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/unan-managua-gua-aplic-analisis-documental.pdf>
- Vásquez, Ch. (2015, 22 de enero). Antara, quena, canto y tambor – Yanesha – Tsachopen – Oxapampa – Pasco - Perú [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VbtNzVklqOE>
- Williams, M., & Moser, T. (2019). The art of coding and thematic exploration in qualitative research. *International Management Review*, 15(1), 45-55.

Sistema domótico para el confort en una edificación moderna

Jenifer Bustamante-Gonzales¹, Hugo Eladio Chumpitaz-Caycho¹,
Franklin Cordova-Buiza^{2,3}

N00055970@upn.pe; hugo.chumpitaz@upn.pe; franklin.cordova@upn.edu.pe

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, 15314, Lima, Perú.

²Research, innovation and Social Responsibility Department, Universidad Privada del Norte, 15314, Lima, Perú.

³Faculty of Business Sciences, Universidad Continental, 12000, Huancayo, Perú

Pages: 230-242

Resumen: El objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno. El estudio siguió un enfoque cuantitativo, diseño no experimental, correlacional, tipo aplicado, nivel descriptivo. La muestra de estudio estuvo conformada por 30 personas que habitan en el edificio. Para la técnica se utilizó una encuesta y como instrumento un cuestionario; Los resultados indican que el 60% de los encuestados considera que el sistema domótico es de un nivel eficiente y el 73% considera que el confort del edificio es de un nivel eficiente; Rho de Spearman fue: $r=0,403^*$ y se ve reforzado por el coeficiente de correlación siendo $p < 0,05$; lo que determina que existe una relación positiva significativa y moderada entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno de la era Covid-19 en Lima, Perú.

Palabras-clave: Automatización del hogar; edificio; gente.

Home automation system for the comfort of a modern building

Abstract: The objective of this research was to determine the relationship between the domotic system and the comfort of a modern building. The study followed a quantitative approach, non-experimental design, correlational, applied type, descriptive level. The study sample consisted of 30 people living in the building. A survey was used for the technique and a questionnaire was used as an instrument; The results indicate that 60% of the respondents consider the home automation system to be of an efficient level and 73% consider the comfort of the building to be of an efficient level; Spearman's Rho was: $r=0.403^*$ and is reinforced by the correlation coefficient being $p < 0.05$; which determines that there is a significant and moderate positive relationship between the domotic system and the comfort of a modern building of the Covid-19 era in Lima, Peru.

Keywords: Home automation; building; people.

1. Introducción

El desconocimiento de los beneficios que ofrecen las tecnologías de la información se ha convertido en uno de los mayores problemas del sector empresarial a nivel internacional. Tal es el caso del uso de la domótica y actualmente juega un papel importante en los sistemas de control y confort, este estudio busca determinar cómo se relaciona el sistema domótico con el confort de una edificación moderna. En los países sudamericanos la tecnología aún no está disponible al 100%, ya que según estudios se han encontrado 3 factores principales entre ellos tenemos el bajo presupuesto, limitada investigación y limitado equipamiento de laboratorios (Cano & Maestre, 2015; Valencia-Ramos et al., 2022).

En este sentido, se sabe que en la actualidad se están construyendo edificaciones sin considerar elementos de suma importancia donde luego se acoplarán dispositivos tecnológicos a la infraestructura de las edificaciones para automatizar procesos que el ser humano suele realizar de forma manual (Rojas, 2015).

La edificación bajo un concepto de domótica es producto de la incorporación de sistemas y equipos que permiten la ejecución de las necesidades de los habitantes relacionadas con la seguridad, el confort, la gestión y control, las telecomunicaciones y el ahorro energético; el sistema domótico debe permitir conectar las estancias del edificio con un seguimiento total de cada estancia (Hatt-Saelzer et al., 2012).

Alrededor del mundo cada año se consume una gran cantidad de energía entre casas y edificios, lo que genera un efecto negativo en el medio ambiente; y debido a la exposición de la radiación electromagnética causaría grandes riesgos para la salud humana. El propósito es diseñar un sistema domótico con un elemento básico llamado Arduino que disminuya la radiación electromagnética. Una aplicación de Android que atiende al usuario en tiempo real debe mostrar una lista de dispositivos relacionados con la casa para que puedan conectarse entre sí y realizar el proceso que el usuario desee. Dado que las personas de escasos recursos no cuentan con el dinero suficiente para acceder a este sistema domótico, que en varios países del mundo tiene un precio muy alto, el objetivo es automatizar los procesos que los humanos realizan de forma manual por debajo del costo (Crespo & Mejía, 2020).

En el Perú, el número de expertos que investigan temas relacionados con este tipo de tecnología es muy bajo, en ese sentido, la precaria información que se maneja sobre domótica genera confusión en las personas porque no saben qué criterios aplicar al momento de adquirir una inmueble con función domótica. Además, la falta de comprensión de la tecnología es una preocupación en nuestra sociedad, donde el usuario no se siente lo suficientemente preparado para manejar estos dispositivos tecnológicos. Según algunos estudios es evidente que el Perú cuenta con los medios para promover y desarrollar esta tecnología, si bien es cierto que esto representaría una inversión costosa, sin embargo, la calidad de vida del usuario puede mejorar significativamente, aumentando exponencialmente la seguridad, comodidad que tanto lo requiere; y provocando un considerable ahorro energético (Fernández & Rivera, 2014; Rodríguez-Ahuanari et al., 2022).

La domótica no está muy extendida en el contexto peruano, sin embargo, en los pocos estudios presentados hasta el momento, se hacen evidentes los grandes beneficios que

puede traer a las personas. Entre ellos podemos encontrar que ofrece un hogar confortable, mejor comunicación interna y externa, un hogar mejor protegido y sustentabilidad al hacer un uso eficiente de los recursos renovables de las nuevas tecnologías (Barrueto, 2018).

La pandemia del Covid-19 ha revolucionado muchos de nuestros hábitos de diferentes formas, como sociedad nos hemos adaptado a sobrevivir con altas restricciones de seguridad e higiene; asimismo, la digitalización y la inclusión de tecnología es fundamental en esta nueva era; Antes de la pandemia, la domótica ya estaba en desarrollo en diferentes países donde ahora cobra mayor importancia debido al aumento de las necesidades en los hogares (Lopez-Noa et al., 2022). En este sentido, en el sector hotelero con el uso de la tecnología se intentó mejorar la cantidad de sensores para que las personas eviten salir de su trabajo para levantarse para abrir y cerrar las puertas, ventilación del espacio, riego o para manipular la luz; y así puede ayudar a prevenir infecciones cuando está en contacto con interruptores y botones de control. Sin embargo, ante estas nuevas implantaciones y el aumento de los costes, algunos sectores hoteleros decidieron declararse en quiebra y cerraron sus puertas (Sanchez, 2020).

Considerando lo anterior, la investigación se realizó con el fin de responder a la pregunta: ¿Cuál es la relación entre el sistema domótico y el confort en un edificio moderno en época del Covid-19 en Lima, Perú?

El objetivo del estudio fue determinar la relación entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno en la época del Covid-19 en Lima, Perú.

2. Metodología

El tipo de investigación es aplicada, ya que está orientada a establecer mediante juicio científico, métodos, tecnologías, a través de los cuales se pueda solucionar alguna situación de necesidad especificada y registrada (Concytec, 2018).

Forma parte del enfoque cuantitativo que consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis derivadas de las mismas, siendo necesario obtener una muestra, ya sea aleatoria o discriminada (Hernández et al., 2014).

Asimismo, el diseño de investigación es no experimental, correlacional, transversal; ya que se basa en estudios que se realizan sin la manipulación de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su medio natural y luego se analizan (Muijs & CEDOM, 2011).

2.1. Variables de estudio

V1= Sistema domótico

Se define como un conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda o edificio moderno, contribuyendo a la mejora de la gestión energética, la seguridad, el confort y los servicios de comunicación, que pueden ser incorporados a través de redes de comunicación, pudiendo ser controlados interna y externamente (Filippi & Piccablotto, 1996).

V2= Confort del edificio

El confort se entiende como la calidad del producto que ofrece un edificio, que incluye todas sus características que deben satisfacer las exigencias de sus ocupantes, pero donde se da la mayor importancia a la calidad ambiental, acústica, olfativa y visual, en la que debe sea agradable para las personas que la habitarán (Curtis et al., 2015).

2.2. Población

La población total fue de 450 personas, sin embargo, esta población se encuentra dividida en diferentes ambientes del edificio. Esta es la totalidad de los elementos que componen el estudio (Hernández & Medina, 2018).

2.3. Muestra

La muestra seleccionada está compuesta por 30 personas. Es el subconjunto que presenta las mismas particularidades para el análisis. El estudio utilizó una muestra intencional, por lo que no se utilizaron fórmulas para seleccionar la muestra; por lo tanto, se utilizaron criterios de inclusión y exclusión (Ñaupas et al., 2018).

Criterios de inclusión: Personas registradas como propietarios; que se encuentran al corriente en los pagos que presenta el inmueble. Todos aquellos que deseen participar libremente en la encuesta.

Criterios de exclusión: Personas no registradas como propietarios; No al día en los pagos presentados por el edificio. Todos aquellos que no deseen participar en la encuesta.

2.4. Aspectos éticos

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la norma APA en su séptima edición, la cual permitió mostrar citas y referencias parafraseadas de los autores mencionados en el estudio de carácter nacional e internacional; asimismo, los nombres de los integrantes de la muestra fueron preservados en el anonimato. En este orden, los resultados obtenidos fueron respetados en todo momento y sin manipulación alguna.

2.5. Técnicas e instrumentos

Se utilizó la encuesta como técnica y el cuestionario como instrumento. La encuesta recoge información de la muestra del estudio, que participó voluntariamente en la investigación (Valderrama, 2018).

Instrumentos	Descripción
Cuestionario para la variable sistema domótico	17 ítems con escala de tipo Likert
Cuestionario para la variable confort de una edificación	8 ítems con escala de tipo Likert

Tabla 1 – Instrumentos de recolección de información

Se prueba la confiabilidad a través de diferentes técnicas, se infiere que si se duplica la aplicación a la misma persona produce los mismos resultados. Si el coeficiente de confiabilidad oscila entre 0 significa que es nulo y si oscila entre 0 y 1 significa que es

nulo entre 1 demuestra un máximo de confiabilidad. A continuación se muestra una tabla del coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach (Martinez, 2022).

Muy bajo	0.0 – 0.20
Bajo	0.21 - 0.40
Moderado	0.41 - 0.60
Alto	0.61 - 0.80
Muy alto	0.81 - 1.00

Tabla 2 – Niveles de Confiabilidad

Para brindar confiabilidad al instrumento de investigación de prueba piloto, el instrumento estadístico fue sometido a una prueba de autodeterminación por medio del Alfa de Cronbach.

Estadísticas de confiabilidad	
Alfa de Cronbach	Número de items
,702	25

Tabla 3 – Índice de consistencia interna utilizando Alfa de Cronbach

Para las variables sistema domótico y confort de un edificio, el coeficiente Alfa de Cronbach es de 0.702, lo que indica que el instrumento utilizado para medir tiene un alto nivel de confiabilidad.

3. Resultados

Posterior al manejo del instrumento al conjunto de estudio, a continuación se detallan los resultados estadísticos alcanzados según el diseño asumido para la presente investigación.

3.1. Recopilación de datos

3.1.1. Variable Sistema domótico

Niveles	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Regular	11	36,7	36,7	36,7
Eficiente	18	60,0	60,0	96,7
Deficiente	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 4 – Descripción de la evaluación del sistema domótico

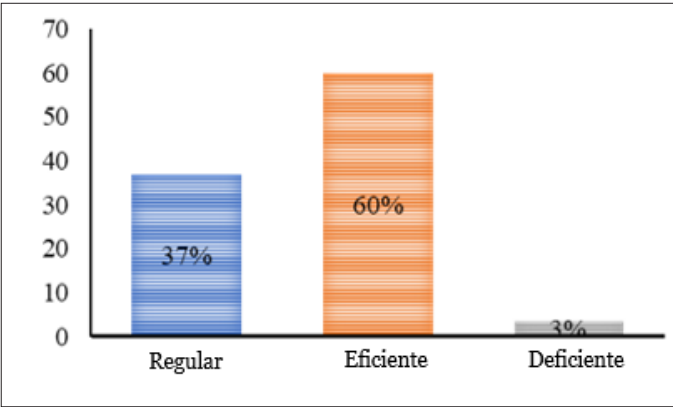


Figura 1 – Sistema domótico en porcentajes

3.2. Interpretación

La Tabla 4 y la Figura 1 muestran que el 60% de los encuestados considera que el sistema domótico es eficiente; el 37% indica que es regular; y finalmente, el 3% indica que es deficiente.

3.3. Variable Confort de un edificio

Niveles	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Regular	4	13,3	13,3	13,3
Eficiente	22	73,3	73,3	86,7
Deficiente	4	13,3	13,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5 – Descripción de la evaluación del confort de un edificio

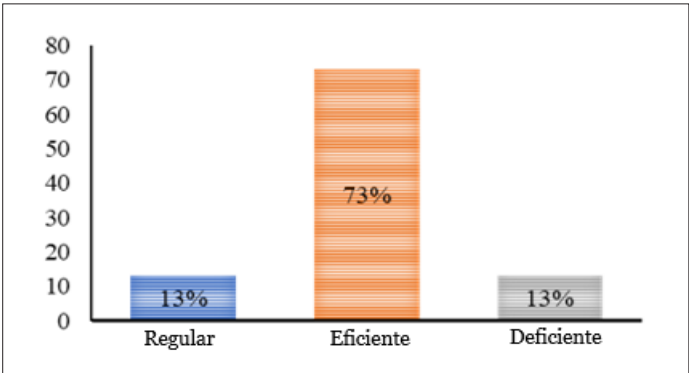


Figura 2 – Confort en edificios en porcentajes

3.4. Interpretación

La Tabla 5 y la Figura 2 muestran que el 73% de los encuestados considera fuertemente que el confort del edificio es de un nivel eficiente; el 13% de los encuestados dice que es de un nivel medio; y finalmente, el 13% dijo que es deficiente.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Sistema Domótico	,973	30	,613
Seguridad	,941	30	,098
El ahorro de energía	,966	30	,446
Integración	,963	30	,379
Confort del edificio	,871	30	,002
Comodidad	,949	30	,155
Comunicaciones	,856	30	,001
Accesibilidad	,874	30	,002

Tabla 6 – Prueba de normalidad

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de normalidad, para lo cual se optó por el estadístico de prueba de Shapiro Wilk debido a que el número de elementos es menor a 50 datos. Asimismo, encontrar valores inferiores a 0,05; en este aspecto se establece que los datos no tienen una distribución normal, para validar la hipótesis se debe aplicar el estadístico no paramétrico: Rho de Spearman.

3.5. Prueba general de hipótesis

3.5.1. Hipótesis general

H1: Sí, existe una relación significativa entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno de la época del Covid-19 en Lima, Perú.

Ho: No existe una relación significativa entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno de la era Covid-19 en Lima, Perú.

	Rho de Spearman	Confort del edificio
	Coefficiente de correlación	,403*
Sistema Domótico	Sig. (bilateral)	,027
	N	30

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 7 – Correlación entre sistemas de domótico y confort del edificio

3.6. Interpretación

Los resultados de la Tabla 7 muestran que el coeficiente de correlación que siendo $p < 0.05$ existe una relación entre la variable sistema domótico y la variable confort en un edificio. El Rho de Spearman fue: $r=0.403^*$ se interpreta que ambas variables mantienen una relación positiva moderada (Cronbach, 2011). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. En donde queda confirmado que sí, existe una relación significativa entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno de la época del Covid-19 en Lima, Perú.

4. Discusión

De acuerdo con el objetivo de la investigación, determinar la relación entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno de la época del Covid-19 en Lima, Perú, se obtuvo los siguientes resultados descriptivos: el 60,0% de los encuestados consideró que el sistema domótico es eficiente; El 37,7% indicó que era regular y, finalmente, el 3,3% indicó que era deficiente. Respecto a la segunda variable, el 73,3% de los encuestados considera que el confort del edificio es de un nivel eficiente; el 13,3% de los encuestados dice que es de un nivel medio; y, finalmente, el 13,3% dice que es deficiente. También se concluyó de la prueba de hipótesis que existe una relación significativa entre la variable sistema domótico y la variable confort del edificio. El Rho de Spearman fue de 0.403^* , se interpreta que ambas variables mantienen una relación positiva y moderada, en ese sentido se encontró similitud con el estudio denominado sistema de domótica y comunicación en viviendas inteligentes; y cuyo resultado del análisis descriptivo fue que el 56% de los encuestados indica que el sistema domótico es regular, el 43% indica que es eficiente; y solo el 1% indica que es ineficiente (Egúsquiza, 2019).

En ese orden, se encontró similitud con los resultados de la investigación sobre domótica y su influencia en el confort de los hogares; y cuyo resultado fue que implementar un sistema domótico en el hogar, en cuanto a las labores del hogar se puede omitir contratar a una persona para realizar el barrido diario de pisos comprando por ejemplo una aspiradora barredora, el costo de este equipo es equivalente al 13% del salario del ayudante pagado por 1 año; en el caso de la lavandería, se puede omitir la contratación de un auxiliar adquiriendo una lavadora inteligente, cuyo costo por 1 año equivale al 21% del precio pagado al trabajador del hogar (Paz, 2020).

La investigación está relacionada con el estudio del control domótico y confort de los edificios; y el resultado del análisis descriptivo fue que el 60% consideró bueno el sistema domótico y el 32% lo consideró regular; también el 8% consideró que el sistema domótico es malo. El resultado de la prueba de hipótesis fue que el valor de X^2_c es mayor que X^2_t ($16.638 > 9.49$); lo que significa que existe una relación directa entre el sistema de control domótico y el confort en los edificios modernos (Boza, 2017).

Encontramos coincidencia con la investigación del sistema domótico para el ahorro de energía en una vivienda; y el resultado del análisis muestra un ahorro del 20,6 % menos que el consumo real sin la instalación del sistema domótico y que solo se consumirían 5 KWH al mes al apagar las luces. Los resultados obtenidos muestran que un sistema domótico puede ser manipulado desde cualquier dispositivo electrónico desde un celular, Tablet, laptop con conexión a internet (López, 2020).

De igual forma se encontró similitud con el estudio de domótica para el control y seguimiento de un condominio. Se concluyó que se logró reducir exitosamente el tiempo utilizado para controlar los servicios de un promedio de 0.39 Post-Test donde el usuario tendrá la capacidad de monitorear la iluminación, alarmas y aire acondicionado de su hogar. Asimismo, se demostró que, al desarrollar un prototipo de domótica basado en Arduino, ofrece diferentes formas de comunicación entre el humano y el Internet de las Cosas (Huamán, 2018).

Por otro lado, también está relacionado con la investigación de un sistema domótico para personas con discapacidad mediante tecnología móvil y reconocimiento de voz. Concluyó que el sistema de domótica a través de la aplicación móvil conectada de forma inalámbrica vía Bluetooth produce seguridad ya que encripta la información del usuario. Recomienda que: Para no causar problemas en el reconocimiento de voz, se sugiere pronunciar cada palabra de forma clara y correcta para que coincida con el comando de voz almacenado en la base de datos (Alban, 2018).

Es similar al estudio sobre el uso de la domótica en viviendas de urbanizaciones privadas. Determinó que el 74% de las personas tiene conocimiento sobre casas inteligentes y el 26% no sabe sobre el mismo, así mismo, el 19% de los encuestados prefiere controlar cámaras de seguridad, el 17% eligió puertas y ventanas, el 13% seleccionó alarmas, el 12% prefirió sensores de movimiento. , el 11% optó por sistemas de audio, control de luces en un 10%, control de cortinas en un 8%, manejo de dispositivos electrónicos en un 6% y finalmente un 4% eligió control remoto de escenas (Dueñas, 2018).

Se encontraron similitudes con el estudio de un sistema domótico para el control del clima y la iluminación inteligente. Determinó que más del 95% de la población mundial utiliza dispositivos móviles, los cuales cuentan con especificaciones técnicas como tecnología Bluetooth, conexión inalámbrica que cumple con el estándar IEEE 802.11 y sensores infrarrojos. Concluyó que las tecnologías basadas en Arduino y Zigbee se complementan con la aplicación desarrollada en Android, versión API 21 de Android (Jaimes & Álvarez, 2017).

Según el estudio Android para el control y seguimiento del consumo eléctrico de una vivienda. Concluyó que el sistema domótico brinda una perfecta comodidad, ya que no necesariamente tendría que hacer uso de interruptores para realizar una acción (Castro, 2016).

De igual forma la investigación está relacionada con el control domótico basado en la plataforma Arduino para una casa. Se concluyó que se realizó con éxito el desarrollo de la aplicación móvil, la recepción de señales enviadas desde el dispositivo al modelo a través del módulo bluetooth, control de luces y motores a través de la aplicación desarrollada. Se determinó que el software, a pesar de tener un diseño simple, brinda facilidad y rapidez en las funciones que ofrece el sistema vía control remoto, lo que permite una fácil manipulación por parte del usuario (Rigoberto, 2016).

De acuerdo con los estudios presentados, se puede afirmar que el sistema domótico es una tecnología que puede convertirse en muy poco tiempo en uno de los elementos indispensables para cualquier edificio; porque el uso de la domótica en las viviendas proporciona mejores condiciones de vida, mejora la seguridad y sobre todo garantiza el ahorro en la vivienda (Bustamante et al., 2022)

El sistema domótico durante la pandemia de Covid-19 facilitó el aislamiento, previniendo la propagación de la enfermedad gracias al sistema automatizado con que cuenta estos modernos edificios, preservando la ecología de la ciudad (Salvador, 2020).

5. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis realizado, existe una relación significativa entre el sistema domótico y el confort de un edificio moderno de la época del Covid-19 en Lima, Perú.

Se propone como iniciativa la difusión de las tecnologías de la información en diferentes partes del mundo para que puedan optar por el sistema domótico en sus hogares; y así tener un mayor confort, seguridad y comodidad. Contribuyendo al planeta ahorrando electricidad, control de temperatura y agua que desperdiciamos constantemente.

Durante la pandemia de Covid-19, según estudios, se hizo evidente que los edificios con sistemas automatizados aseguraban el aislamiento, evitando la propagación de la terrible enfermedad.

Es fundamental señalar que existen limitaciones en el estudio, solo abarcó un año y se trabajó con una muestra de 30 habitantes en un edificio inteligente en Lima, Perú. Para futuros estudios se podría realizar una investigación cuasi-experimental y determinar una comparación con otra edificación similar.

Referencias

- Alban, G. *Sistema domótico de apoyo para personas con discapacidad motriz mediante tecnología móvil y reconocimiento de voz*. https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28012/1/Tesis_t1401ec.pdf. 2018.
- Asociación Española de Domótica CEDOM. Cuaderno de divulgación Domótica (Segunda ed.). Barcelona: AENOR ediciones. 2008.
- Barrueto Loayza L. K. Estudio de prefactibilidad para la implementación de una empresa que brinda el servicio de instalaciones domóticas. Tesis. Universidad de Lima Facultad de Ingeniería y Arquitectura Carrera de Ingeniería Industrial. Lima – Perú. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11243/Barrueto_Loayza_Lucero_Karina.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 2018
- Boza, M. *Sistema del Control Domotico y Confort de Edificaciones Modernas, Los Olivos - 2017*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14934/Boza_OML.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 2017.
- Bustamante-Gonzales, J. D., Chumpitaz-Caycho, H. E. y Cordova-Buiza, F. Sistema de domótica y calidad de vida en hogares de bajos ingresos: una revisión sistemática de la literatura de 2010 a 2021. DOI 10.1007/978-981-19-1607-6_37. *7th International Congress on Information and Communication Technology, ICICT 2022*. Volume 447, Pages 423 – 430. 2023.
- Cano, G., & Maestre, J. M. Tecnología y sociedad:¿ Por qué no llega el hogar digital?. *Informes de la Construcción*, 67(538), e090-e090. 2015.

- Castro, R. Desarrollo e implementación de una aplicación para dispositivos móviles, con sistemas operativo Android, para el control de luminarias y monitoreo de consumo de energía eléctrica de una vivienda. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17887/1/UG-FCMF-B-CISC-PTG.1226.pdf>. 2016.
- Concytec. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica – Reglamento RENACYT. https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf. 2018.
- Crespo, L. G. O., & Mejía, J. B. C. Análisis de las estrategias aplicadas en el desarrollo de sistemas domóticos de seguridad. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 342-363. 2020.
- Cronbach LJ, Meehl PE. La validez de constructo en las pruebas psicológicas. *Toro Psicológico*. 1955;52:281-302.
- Curtis, E., Comiskey, C. & Dempsey, O. Importance and use of correlational research. *Nurse Researcher*. 23, 6, 20-25. Doi: 10.7748/nr.2016.e1382. 2015.
- De Marzo Sanchez, G. A. Estudio del impacto del COVID 19 en los servicios brindados en un hotel 5 estrellas en el distrito de Miraflores, departamento de Lima - Perú, 2020. USMP. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7532>. 2020.
- Dueñas, J. *Modelo de negocio para la aplicación de domótica en viviendas de urbanizaciones privadas de la vía Guayaquil - salitre*. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10870/1/T-UCSG-POS-MAE-176.pdf>. 2018.
- Egúsqiza Contreras, N. R. *Evaluación de sistema domótico y comunicación en domicilios inteligentes*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37899/Eg%C3%BAsqiza_CNR.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 2019.
- Fernández Fabián K.M., & Rivera Tito J.J. Prototipo de software para el monitoreo de consumo eléctrico, gestión de proyecciones solares y control de domótica. Arequipa, Perú. 2014.
- Filippi, M y Piccablotto. Methods and tools for comfort design. *Proceedings of the International Conference on Energy and Environment Towards de year 2000*, pp 1107-1118. 1996.
- Hatt, T, Saelzer, G, Hempel, R y Gerber, A. Alto confort interior y muy bajo consumo energético mediante la implementación del estándar Passive House en Chile. *Revista de la construcción* , 11 (2), 123-134. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2012000200011>. 2012.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL. 2014.
- Hernández, R. y Medina, J. Metodología de la Investigación. Estudios mixtos, cuantitativos y cualitativos. México: McGraw-Hill. 2018.

- Herrera Quintero, L. F. Viviendas inteligentes (domótica). *Ingeniería e investigación*, 25(2), 47-52. 2005.
- Huamán Ugarte, O. *Desarrollo de un prototipo de domótica para el control y monitoreo del condominio los parques de Villa el Salvador II*. <http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/575/1/OSCAR%20ADRIAN%20HUAMAN%20UGARTE.pdf>. 2018.
- Jaimes E. y Álvarez E. *Análisis y diseño de un sistema domótico para climatización e iluminación inteligente. Caso de uso: ABCCELL comunicaciones*. <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/1649/1/TrabajodeGradoFase1.pdf>. 2017.
- Krus DJ, Helmstadter GC. El problema de las confiabilidades negativas. *Educ Psychol Meas*. 1993;53:643-50.
- López Ticoná, N. Diseño de un sistema domótico de forma inalámbrica y manejable para el ahorro de energía en una vivienda unifamiliar mediante un servidor web con una raspberry pi. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14534/Lopez_Ticoná_Nelson.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 2020.
- Martínez, F. El cuestionario. Un instrumento para la investigación en las ciencias sociales. Barcelona: Laertes Psicopedagogía. 2002.
- Muijs, D. Diseño de estudios no experimentales. En *Realización de investigación cuantitativa en educación con SPSS* (págs. 30-55). SAGE Publications Ltd, <https://doi.org/10.4135/9781849203241>. 2011.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J. y Romero, H. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Recuperado el 13 de junio de 2021 de: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf> . 2018.
- Lopez-Noa, M. R., Chumpitaz-Caycho, H. E., Espinoza-Gamboa, E. N., Espinoza-Cruz, M. A., & Cordova-Buiza, F. (2022). Intelligent system in the management and control of transportation companies: A systematic review. Paper presented at *the Proceedings - 2022 IEEE International Conference on Smart Internet of Things, SmartIoT 2022*, 142-147. <https://doi.org/10.1109/SmartIoT55134.2022.00031>
- Paz Corrales, M. A. *Analizar el uso de la domótica y su influencia en la comodidad de los hogares arequipeños*. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8068/2/IV_FIN_108_TI_Paz_Corrales_2020.pdf. 2020.
- Rigoberto J. *La gestión de control domótico basado en la plataforma Arduino para una vivienda*. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16114/I.M.%2008-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 2016.
- Rodriguez-Ahuanari, V. G., Vega-Ramirez, M. A., Chumpitaz-Caycho, H. E., Espinoza-Gamboa, E. N., & Cordova-Buiza, F. (2022). Intelligent system for data protection in higher education institutions: A systematic review. Paper presented at *the Proceedings - 2022 IEEE International Conference on Smart Internet of Things, SmartIoT 2022*, 94-99. <https://doi.org/10.1109/SmartIoT55134.2022.00024>

- Rojas-Rodríguez, R., Cortés-Aburto, O., Aceves-Pérez, R. M., Vela-Valdés, L. G., Arroyo Díaz, S. A., & García-Meneses, C. Home automation prototype controlled by mobile devices for disabled people. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 6(2), 54-63. 2015.
- Salvador-Ferrín, M. Transformación de la arquitectura desde el COVID-19. *Revista Científica y Arbitrada del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura: FINIBUS- ISSN: 2737-6451.*, 3(6), 26-45. 2020.
- Valderrama, S. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos. 2018.
- Valencia-Ramos, V. H., Reategui-Pelaez, W. L., Chumpitaz-Caycho, H. E., & Cordova-Buiza, F. (2022). Automation system based on renewable energies for the cultivation of an orchard. Paper presented at the *Proceedings - 2022 IEEE International Conference on Smart Internet of Things, SmartIoT 2022*, 136-141. <https://doi.org/10.1109/SmartIoT55134.2022.00030>

Revisión sistemática de instrumentos de evaluación de usabilidad para sitios turísticos

Kerly Palacios-Zamora¹, Juan Manuel Cueva Lovelle²

kerly.palacios@unemi.edu.ec; cueva@uniovi.es

¹ Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Guayas, Ecuador.

² Universidad de Oviedo, Oviedo, Asturias, España.

Pages: 243-258

Resumen: La usabilidad en los sitios web turísticos es cada vez más importante debido a la competencia existente y la gran demanda de los clientes por percibir una experiencia de usuario intuitiva y eficiente. Estos sitios web han mejorado su facilidad de uso, pero aún quedan muchos desafíos por superar. Evaluar la usabilidad de un sitio web turístico utilizando mapa de calor es altamente efectivo porque proporciona información visualmente clara y fácil de interpretar sobre el comportamiento de los usuarios. Además, ayuda a diseñadores y desarrolladores a mejorar la experiencia del usuario y optimizar los sitios web para lograr los objetivos deseados. Una herramienta económica y fácil de implementar que buscan mejorar la usabilidad. De ahí la importancia de usabilidad en la industria del turismo y cómo las técnicas y herramientas de evaluación a través del uso de la tecnología mejora la experiencia del usuario y optimiza los sitios web turísticos.

Palabras-clave: Usabilidad; Sitios web turísticos; Evaluación; Mapas de calor, Experiencia del usuario.

Systematic review of usability evaluation tools for tourism sites

Abstract: Usability in tourism websites is becoming increasingly important due to the existing competition and the high demand from customers for an intuitive and efficient user experience. These websites have improved their usability, but there are still many challenges to overcome. Evaluating the usability of a tourism website using heat mapping is highly effective because it provides visually clear and easy-to-interpret information about user behavior. In addition, it helps designers and developers improve the user experience and optimize websites to achieve desired goals. An inexpensive and easy-to-implement tool that seeks to improve usability. Hence the importance of usability in the tourism industry and how evaluation techniques and tools through the use of technology improves the user experience and optimizes tourism websites.

Keywords: Usability; Tourism websites; Evaluation; Heat maps; User experience.

1. Introducción

Un componente esencial en la vida cotidiana es la tecnología, hay actividades y personas que dependen de esta. El advenimiento de la tecnología ha alentado a la humanidad a considerar que poseen poderosas herramientas al alcance para impulsar el desarrollo y el conocimiento de la cultura, la educación, la economía y el comercio en general (Domínguez Alfonso, 2014).

Con la tecnología se puede desplegar diferentes herramientas, el mismo que puede ser desarrollada de diferentes formas, desde sitios web convencionales hasta CRM¹, paneles de administración y software más complejos. La popularidad de estos desarrollos no deja de crecer en el entorno empresarial por todos los beneficios que ofrece: presencia online, organización, automatización de los procesos, disponibilidad total, o confianza, entre otras (Naciones Unidas CEPAL, 2022).

Las herramientas tecnológicas han cambiado significativamente la forma en que las empresas operan y se relacionan con sus clientes, llegando a cifras sorprendentes que reflejan la importancia de su uso en las empresas.

En este sentido, la web se ha transformado en el medio de comunicación de mayor uso en la actualidad. Las consideraciones indican que existen cerca de dos mil millones de sitios activos en la web y cerca de más de cinco mil millones de usuarios accediendo a estas en todo el planeta (Internet Live Statics, 2022).

En Ecuador, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)² a través de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación, genera datos sobre equipamiento, acceso y uso del computador, internet y celular, proporcionando insumos para el análisis y formulación de políticas, en el cual indica que en el 2022 cerca del 60% de la población ecuatoriana tiene acceso a internet, lo que hace referencia a que el uso de internet ya es casi obligatorio.

Con internet, los usuarios acceden a los diferentes sitios web de su interés, lo que ha permitido que las empresas se den cuenta y presten más interés en mejorar los temas referentes a la visualización, accesibilidad, facilidad de uso, visibilidad, posicionamiento y calidad de la información que se publica en sus sitios web con la finalidad de dar un mejor servicio (Cano, 2008).

La tecnología ha cambiado la percepción que las personas tienen de la vida, y los usuarios se han convertido, ya no solo consumidores, sino protagonistas, evaluadores, revisores y creadores de productos y servicios obtenidos a través de canales web 2.0 (Guaña-Moya, Quinatoa-Arequipa, & Pérez-Fabara, 2017).

De modo que, en el contexto del turismo, se hace necesario las nuevas tendencias de consumo de información. Los destinos turísticos buscan atraer turistas de todo el mundo, la decisión de donde viajar se enfoca inicialmente en adquirir información del destino turístico (Córdova Morán & Freixa, 2017), para ello, un recurso inmediato de búsqueda es a través de los sitios web de los diferentes destinos turísticos.

¹ Customer Relationship Management (CRM), un sistema de ventas utilizado para registrar y organizar todos los puntos de contacto entre un consumidor y un vendedor de una empresa.

² Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, INEC (<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>)

Incluso si una empresa de destino turístico ofrece una amplia gama de productos o servicios y una experiencia única, no servirá de mucho si los turistas no pueden encontrar y visualizar la información que buscan. El destino turístico puede ser uno de los más visitados, pero si no se logra acceder a la información a través del sitio web, definitivamente perderá la confianza de sus clientes y eventualmente abandonará su plan de viaje (Ole Agency, 2021).

En una empresa de destino turístico el éxito depende en gran medida de la usabilidad de los sitios web que lo promueven, por lo que debe evaluarse críticamente, puesto que el turismo es una fuente potencial de ingresos y empleo para los países y, por lo tanto, diferentes organismos gubernamentales compiten para atraer turistas y permitir que los turistas organicen sus viajes (Palma Laáz, Pincay Ponce, Macías Valencia, & Herrera Tapia, 2022).

Lo que motiva a las empresas de este sector a considerar a los sitios web como un instrumento estratégico para la visibilidad en línea de los productos y servicios turístico que se ofertan a sus clientes potenciales (Morales-Vargas, Pedraza-Jiménez, & Codina, 2020). De modo que, es muy importante que la información y el diseño del sitio web pueda atraer a la mayor cantidad de clientes.

El diseño de un sitio web influye en la percepción o experiencia de usuario. Por lo general, es la primera impresión que tienen los usuarios y, por consiguiente, es clave para mantener y atrapar su atención (Tejada Herrera, 2021). En este sentido, al igual que con el diseño de UX³, uno debe tener en cuenta de los diversos factores que influyen en cómo se sienten las personas al interactuar con un sitio web.

La usabilidad en los sitios web turísticos es cada vez más influyente debido a la creciente competencia en la industria y demanda de los clientes por tener una experiencia de usuario intuitiva y eficiente. Aunque muchos sitios web turísticos han mejorado en términos de usabilidad, todavía hay muchos desafíos a superar (Miranda Aguilar & Valencia Herrera, 2018). Los sitios web turísticos deben ser capaces de ofrecer una experiencia de usuario sin problemas en diferentes dispositivos y plataformas (Estudio sobre turismo inteligente, 2020).

Según Domínguez et al. (2021) mencionan en su estudio la importancia de encontrar métodos y formas que puedan contribuir significativamente a la mejora de los sitios web turísticos. Sin embargo, no existe un método de evaluación integral que pueda determinar si las interfaces y otras variables de diseño cumplen con los criterios de usabilidad que favorecen el uso y el posicionamiento frente a los competidores (Palma Laáz, Pincay Ponce, Macías Valencia, & Herrera Tapia, 2022).

En cuanto a los métodos de evaluación de la usabilidad, se han utilizado y aplicados diferentes enfoques en diferentes estudios fuera del campo del turismo. Uno de ellos fue realizado por Pincay et al. (2020) en donde evalúan la usabilidad en sitios web oficiales de las universidades del Ecuador. De manera similar, Morales-Vargas et al. (2020) mencionan en su estudio que lo más destacable es la investigación relacionada con la usabilidad web, que calcula su facilidad de uso en las interfaces.

³ UX es la abreviatura de User Experience, que en español significa experiencia del usuario.

Es así que surge este trabajo de investigación, en donde se hace una revisión sistemática de los instrumentos de evaluación de usabilidad para los diferentes sitios turísticos. Siendo esta la forma de adaptar y aplicar tecnología para identificar una experiencia de usuario satisfactoria, considerando que cada vez se hace más evidente la utilización de las últimas tecnologías para promover nuevos escenarios de experiencia turística.

2. Materiales y métodos

La calidad del software está determinada por características internas y externas que se deben cumplir, estas características son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad (International Standard, 2000).

Para este trabajo de investigación se planteó el estudio de la calidad externa con la característica de usabilidad. De acuerdo con el estándar Norma ISO/IEC 9126-1 (2000) la usabilidad se describe como la capacidad que posee un producto de software para ser entendido, aprendido, utilizado y atractivo para el usuario, cuando se usa en condiciones concretas. Para tal efecto, la norma define las características a considerar, las cuales son:

- Capacidad para ser entendido: corresponde al esfuerzo del usuario por comprender si el producto de software es adecuado y cómo usarlo para tareas y condiciones de uso específicas.
- Capacidad para ser aprendido: se refiere al esfuerzo del usuario por aprender a utilizar el producto de software.
- Capacidad para ser operado: evalúa la operatividad y control del usuario frente al producto de software.
- Capacidad de ser atractivo: la capacidad de un producto de software para atraer usuarios.
- Cumplimiento de la usabilidad: la capacidad de un producto de software para cumplir con los estándares, acuerdos y reglamentos relacionados con la usabilidad.

La usabilidad se ha convertido en una cualidad necesaria cuando de calidad del software se trata, ya no se considera como un atributo adicional, sino que, esta debe incluirse desde el principio hasta el final del desarrollo. Esto asegura que algo funcione bien y que alguien con poca habilidad y experiencia pueda usarlo para el fin previsto sin frustraciones ni obstáculos (Sanchez, 2021).

Así, la usabilidad se aplica utilizando métodos y técnicas existentes que se centran en dos puntos de vista fundamentales: el primero se centra en la fase del desarrollo del software o aplicativo, y el segundo se centra en la evaluación del software o aplicativo en el contexto sitios web turísticos.

2.1. Perspectivas desde el desarrollo del software o aplicativo

La usabilidad es un aspecto crítico dentro del desarrollo de software que afecta directamente a la satisfacción del usuario, la eficiencia, la productividad y los costos asociados con la capacitación y el soporte técnico. Por tanto, es importante que los desarrolladores de software se centren en la usabilidad durante todo el ciclo de vida del software, desde el diseño hasta la implementación y la evaluación.

Aplicar la usabilidad al desarrollo de software implica un enfoque centrado en el usuario, y las prácticas de usabilidad en el desarrollo de software son esenciales para crear productos que sean fáciles de usar y efectivos para los usuarios. Es así, que se logra integrar la usabilidad en el proceso de desarrollo de software:

1. Identifique a los usuarios y sus objetivos: comprender las necesidades, los objetivos y las expectativas de los usuarios es fundamental para desarrollar aplicativos útiles y fáciles de usar. La determinación de estos requisitos debe realizarse en la fase de planificación del proyecto en función de la investigación del usuario, la comprensión de sus perfiles y el entorno de uso. Se hacen las siguientes preguntas: ¿son usuarios internos o externos? ¿Cuáles son sus necesidades y objetivos?
2. Cree una interfaz de usuario intuitiva y atractiva: la interfaz de usuario debe ser diseñada para ser intuitiva y fácil de usar, con un diseño claro y atractivo que permita a los usuarios acceder a funciones y características importantes del software. Las pautas de diseño de la interfaz del usuario, como los principios de diseño de la experiencia del usuario (UX) y el diseño de la interfaz de usuario (UI), ayudan a crear interfaces de usuarios efectivas.
3. Realice pruebas de usabilidad: las pruebas de usabilidad deben realizarse a lo largo del ciclo de vida del software para identificar problemas de usabilidad y la experiencia del usuario. Estas pruebas pueden ser de varios tipos, como pruebas de prototipos, pruebas de usabilidad de expertos o pruebas de usuarios, así como sesiones de prueba individuales o grupales para evaluar la eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario al utilizar el software. Los resultados de estas pruebas se utilizan para mejorar la aplicación y garantizar que cumple con las necesidades y expectativas de los usuarios. Algunas preguntas que se pueden hacer durante la prueba son: ¿Es fácil encontrar la información en el software?, ¿Es fácil comparar las opciones disponibles en el software?, ¿El proceso es claro y fácil de seguir?, ¿Te gusta usar el software?, ¿Puede encontrar y comprender fácilmente las opciones de personalización?
4. Análisis de los resultados de la prueba de usabilidad: una vez que se ha realizado una prueba de usabilidad, los resultados deben analizarse para identificar las posibles fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para mejorar aún más el diseño del software. Algunas áreas de mejora podrían ser: 1) Mejorar la claridad de la información en los resultados de búsqueda. 2) Compresión simplificada y más intuitivo de la información contenida en el software. 3) Mejorar la funcionalidad móvil para mejorar la experiencia del usuario en dispositivos móviles.
5. Repita y mejore el diseño: en función de los resultados de la prueba de usabilidad, mejore el diseño del software y vuelva a ejecutar la prueba de usabilidad para evaluar si se han resuelto los problemas previamente identificados, establezca un proceso para realizar pruebas periódicas de usabilidad para evaluar el software y dar mejoras continuas en el diseño.
6. Incluir la usabilidad en el ciclo de desarrollo: la usabilidad debe estar a lo largo del ciclo de desarrollo de un producto de software, desde la planificación del software hasta la implementación y el mantenimiento. Cree un proceso regular de prueba de usabilidad para evaluar el software y mejorar continuamente el

diseño. Además, se podría ofrecer a los usuarios la posibilidad de proporcionar comentarios y sugerencias para mejorar la usabilidad del software.

2.2. Perspectivas desde la evaluación del sitio web

La definición de evaluación consiste en medir el valor de algo, entendiendo el valor como una cualidad que satisface una variedad de necesidades. Cualquier evaluación, aunque se limite a medir cuestiones cuantitativas, tiene una matriz cualitativa (Guamán, 2019). Existen varios métodos y técnicas para evaluar la usabilidad, algunos más precisos, otros más difíciles de aplicar.

Según Olsina (1999) menciona que se puede proponer diferentes métodos o tipos de proceso para medir la usabilidad, incluyendo algunas características de los resultados, y nivel de esfuerzo que este implique. Actualmente, existe varios métodos y herramientas disponibles para la evaluación de la usabilidad. Estos son algunos de los métodos más comunes para la evaluación en un sitio web:

1. Evaluación heurística: es un método de evaluación en el que un evaluador experto revisa el sitio web en busca de algún problema de usabilidad. El evaluador utiliza una lista de criterios o indicadores de usabilidad o “heurísticas” para clasificar el sitio web. Algunas de las heurísticas más comunes incluyen la facilidad de uso, la claridad de la información, el diseño coherente y la accesibilidad.
2. Pruebas de usuario: estas pruebas involucran a usuarios reales que utilizan el sitio web. A los usuarios se le asignan tareas específicas y se les pide que realicen acciones en el sitio web, mientras que los evaluadores observan y registran cualquier problema que encuentren. Las pruebas de usuario se pueden hacer individualmente o en grupos.
3. Análisis de métricas: se puede utilizar herramientas de análisis de sitio web, como, por ejemplo: *Google Analytics*⁴ que permite recopilar datos sobre el comportamiento de los usuarios del sitio web, incluida la tasa de rebote, el tiempo de permanencia del sitio web, la cantidad de visitas, las páginas más visitadas, entre otros. Estos datos pueden ayudar a identificar los problemas del sitio web y las oportunidades de mejora.
4. Evaluación de accesibilidad: se centra en la accesibilidad del sitio web para personas con discapacidad visual o auditiva. Las herramientas automatizadas o las verificaciones manuales que utilizan herramientas de asistencia, como lector de pantalla, se pueden usar para evaluar la accesibilidad del sitio web.
5. Revisión de contenido: implica revisar el contenido del sitio web, incluidos elementos multimedia como texto, imágenes, videos. Está diseñado para identificar problemas de gramática, ortografía, coherencia y precisión para mejorar la calidad y relevancia del contenido.

Cabe señalar que estos métodos de evaluación de la usabilidad tienen sus propias ventajas y desventajas, y una combinación de varios métodos puede proporcionar una evaluación más completa de un sitio web.

⁴ Google Analytics, una herramienta que proporciona información de tráfico en función de la audiencia, actividad y comportamiento del sitio web (<https://analytics.google.com>).

El *Journal of Usability Studies* en (2011) publicó un estudio que compara el uso de otros métodos de evaluación de la usabilidad, como la observación del usuario y la revisión heurística. Los resultados muestran que los mapas de calor proporcionan información útil y efectiva sobre la usabilidad de un sitio web.

Otro estudio publicado en el *International Journal of Computer and Systems Engineering* en el (2018) comparó el uso de mapas de calor con otros métodos de evaluación de usabilidad, como la grabación de pantalla y la observación en vivo. Los resultados muestran que los mapas de calor son una herramienta eficaz para identificar problemas de usabilidad en un sitio web y son más fáciles de usar que otros métodos de evaluación.

Estas evaluaciones con métodos tradicionales generalmente se aplican teniendo en cuenta que el usuario es localizable. Sin embargo, este no es el caso, especialmente para los sitios web de turismo; ya que los usuarios pueden acceder a ellos a través de internet desde cualquier parte del mundo. En consecuencia, existe la necesidad de reconsiderar los avances que se puede lograr con la ayuda de la tecnología.

La evaluación de la usabilidad con métodos tradicionales lleva mucho tiempo, desde analizar las métricas de evaluación e iniciar el proceso de elección hasta aplicar la evaluación de la usabilidad a los usuarios y luego analizar los resultados. Por ello, es importante evaluar de forma rápida y continua la usabilidad de los sitios web de turismo utilizando herramientas tecnológicas, puesto que facilita la toma de decisiones, permite mantener y atraer nuevos usuarios.

Actualmente, existen tecnologías que utilizan herramientas de análisis de datos para encontrar áreas de mejora. Una de las herramientas más utilizadas es el análisis de los datos de los usuarios mediante herramientas como *Google Analytics* que puede proporcionar información sobre el comportamiento de los usuarios y el rendimiento del sitio web. Aunque estas herramientas describen cómo, cuándo y en qué orden los usuarios interactúan con el producto durante la navegación por el sitio web. No pueden explicar por qué los usuarios se comportan de cierta manera, para complementar este análisis se utiliza una técnica llamada mapas de calor.

Los mapas de calor se pueden definir como una técnica que permite visualizar los datos que determinan cómo los usuarios de un sitio web hacen clic en las distintas páginas que lo componen. Son excelentes para analizar y mejorar la usabilidad del sitio web. A continuación, se presentan algunas de las razones por las que son importantes:

1. Identifica patrones de comportamiento: los mapas de calor permiten identificar los patrones de comportamiento y comprender cómo los usuarios hacen clic y cómo interactúan con su sitio web.
2. Identifica las áreas problemáticas: los mapas de calor pueden ayudar a identificar áreas problemáticas en un sitio web. Si una sección del sitio web no se está utilizando tanto como se esperaba, puede ser necesario revisar esa sección y realizar cambios para mejorarla.
3. Comprender la importancia de ciertas áreas: los mapas de calor pueden ayudar a comprender la importancia de ciertas áreas de un sitio web. Por ejemplo, si cierta parte del sitio web recibe más clics, esto puede indicar que es una parte importante y que debe ser más destacada en el sitio web.

4. Mejorar la usabilidad: los mapas de calor ayudan a comprender cómo interactúan los usuarios con su sitio web para mejorar la usabilidad y la experiencia del usuario. Esto ayuda a aumentar la satisfacción del usuario y reducir las tasas de abandono.
5. Tomar decisiones basadas en datos: los mapas de calor brindan datos detallados sobre cómo los usuarios interactúan con un sitio web. Esto puede ayudar a los diseñadores y desarrolladores a tomar decisiones basadas en datos para mejorar la usabilidad y la experiencia del usuario.

En general, un mapa de calor es una herramienta muy útil que puede mejorar la usabilidad de un sitio web al permitir identificar patrones de comportamiento, identificar áreas problemáticas, comprender la importancia de ciertas áreas y realizar mejoras en la experiencia del usuario.

Existen varios tipos de mapas de calor que se utilizan en el análisis del comportamiento del usuario. Es por ello que se detallan los tipos de mapas de calor y, además, se proporciona un ejemplo de cómo se puede utilizar en un sitio web de turismo para mejorar la experiencia de los visitantes. A continuación, se detalla cada uno de los tipos de mapas de calor y un ejemplo:

1. Mapa de calor de clics: este tipo de mapa de calor puede ser una forma práctica de evaluar la efectividad de la estructura y el diseño del sitio web, ya que muestra las áreas que son más populares y donde los usuarios interactúan con el contenido.

Este tipo de mapa de calor hace seguimiento y registro de los clics que realizan los usuarios en una parte del sitio web. Estos datos luego se visualizan en un mapa de calor que utiliza diferentes colores para indicar la cantidad de clics que los usuarios han realizado en cada área.

Los colores más oscuros representan las áreas con más clics, mientras que los colores más claros indican áreas con menos clics. De esta manera, es fácil ver qué áreas son las más populares y cuáles pueden necesitar ajustes de diseño para mejorar la experiencia del usuario.

Ejemplo: se utilizan para identificar las áreas que reciben más clics por parte de los usuarios, los enlaces a la sección de alojamiento o los lugares turísticos más populares. Con esta información, los diseñadores y desarrolladores pueden mejorar la ubicación de los enlaces, facilitando el acceso a las secciones más importantes.

2. Mapa de calor de desplazamiento: este tipo de mapa de calor permite una visualización que muestra la cantidad y la dirección de los movimientos de los usuarios. Es una herramienta útil para comprender los patrones de movimiento y distribución espacial en el sitio web.

Para crear un mapa de calor de desplazamiento, se recopilan datos sobre los desplazamientos de la población o del objeto en cuestión y se los representa en un mapa usando diferentes colores o tonos para indicar la frecuencia y la magnitud de los desplazamientos en diferentes áreas. Aquí se muestra hasta dónde se desplazan los usuarios en un sitio web.

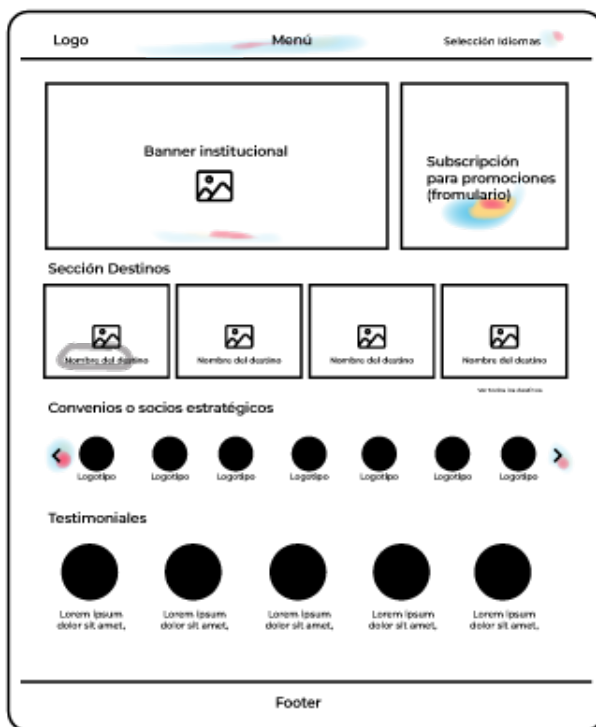


Figura 1 – Mapa de calor por clics

Los colores o tonos más oscuros indican las áreas con desplazamientos más frecuentes, es decir, donde los usuarios pasan más tiempo leyendo o mirando, mientras que los colores más claros indican áreas con menos desplazamientos.

Ejemplo: se utiliza para identificar las áreas de un sitio web que recibe más atención por parte de los usuarios como la sección de imágenes o el mapa interactivo de la ciudad. Con esta información, los diseñadores y desarrolladores pueden mejorar la presentación de las imágenes y la usabilidad del mapa interactivo.

3. Mapa de calor de atención: este tipo de mapa de calor se utiliza para medir la atención e interés del usuario en diferentes áreas del sitio web. Se basa en el seguimiento del movimiento de los ojos y registra las áreas de la pantalla en las que los usuarios pasan más tiempo mirando. Los colores más oscuros indican áreas donde los usuarios pasan más tiempo mirando.

Para capturar los datos de seguimiento ocular, se utiliza una tecnología llamada *eye-tracking* (seguimiento ocular en español) utiliza sensores para registrar los movimientos oculares de los usuarios mientras interactúan con el sitio web. La información recopilada se analiza y se presenta en un mapa de calor que muestra

las áreas de la pantalla donde los usuarios han fijado su atención durante más tiempo.

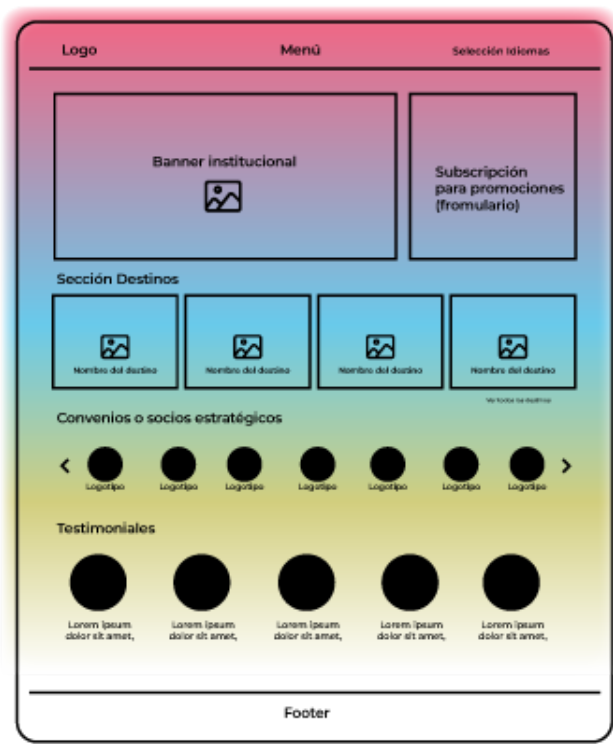


Figura 2 – Mapa de calor de desplazamiento

Los diseñadores y desarrolladores web usan estos mapas de calor de atención para evaluar la usabilidad y la eficacia de varios elementos de un sitio web, como la ubicación de los botones, la estructura de la información y el diseño visual general.

Ejemplo: se utiliza para identificar las áreas del sitio web que más llaman la atención del usuario, como los títulos de las secciones o las imágenes de los lugares turísticos más populares. Con esta información, los diseñadores y desarrolladores pueden mejorar la presentación y diseño de los elementos de la página para aumentar la eficacia de la comunicación visual.

- 4. Mapa de calor de movimientos del mouse: este tipo de mapa de calor se utiliza para analizar el comportamiento de los usuarios cuando interactúan con una interfaz gráfica de usuario, muestra las áreas donde los usuarios mueven el cursor del mouse con mayor frecuencia y las zonas que se ignoran.

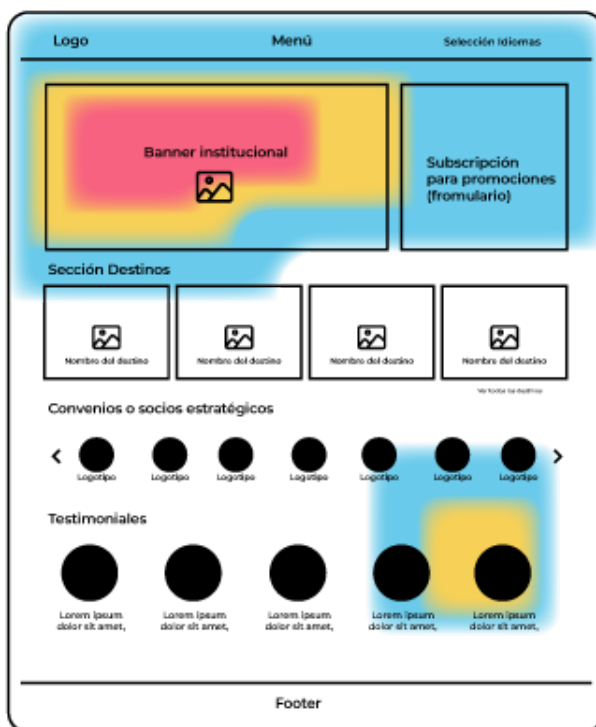


Figura 3 – Mapa de calor de atención

Los datos se recopilan a través del seguimiento de movimiento del cursor del mouse. Luego, estos se procesan y se muestran en forma de un mapa de calor, que es una imagen visual que muestra las áreas de la pantalla que han sido más visitadas con el cursor del mouse. Los colores más oscuros indican áreas donde los usuarios mueven el cursor del mouse con más frecuencia.

Son útiles para identificar patrones de comportamiento de los usuarios y problemas de usabilidad en la interfaz gráfica de usuario, como áreas que no reciben suficiente atención o elementos que se ignoran por completo. Los diseñadores pueden usar esta información para optimizar las interfaces y mejorar la experiencia del usuario.

Ejemplo: se utiliza para comprender el comportamiento de los usuarios mientras navega por un sitio web turístico y descubre que los usuarios se centran principalmente en el menú de navegación y en los botones de reserva, lo que sugiere que estos elementos deberían ser más accesibles y visibles en la interfaz del sitio web.

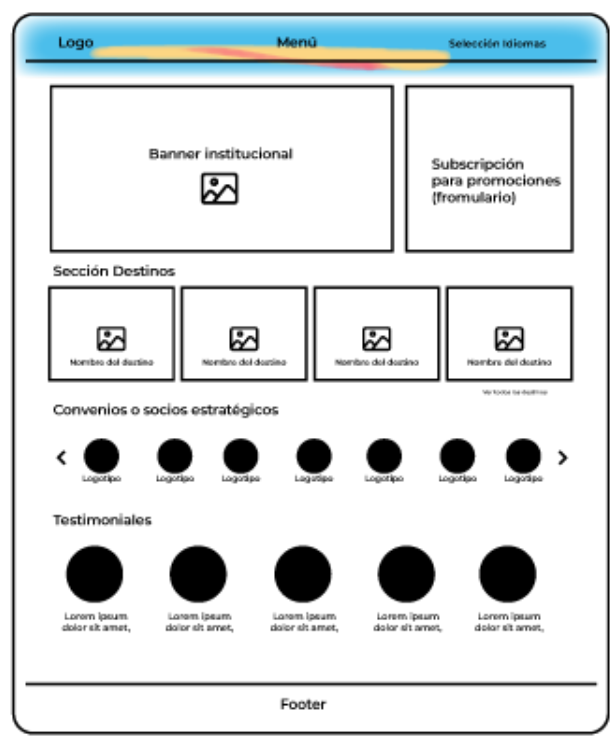


Figura 4 – Mapa de calor de movimientos del mouse

3. Resultados

Desde la perspectiva de la revisión de la literatura y el asesoramiento de expertos, se ha recopilado información de los diferentes métodos de evaluación de la usabilidad en los sitios web, cada una de ellas tiene sus fortalezas y debilidades. A continuación, se presenta la Tabla 1 en donde se describe los métodos más comunes:

Método	Descripción	Fortalezas	Debilidades
Evaluación heurística	Un experto en usabilidad revisa el sitio web.	Rápida y económica. No requiere un gran número de participantes. Los problemas pueden detectarse a tiempo. Brinda retroalimentación de experto en usabilidad.	No proporciona una vista de los usuarios reales. No se pueden identificar todos los problemas de usabilidad.

Método	Descripción	Fortalezas	Debilidades
Pruebas de usuario	Los usuarios realizan tareas en el sitio web mientras los observan y recopilan información de la interacción.	Proporciona comentarios directos de los usuarios. Identifica problemas de usabilidad específicos. Proporciona información sobre el comportamiento y la experiencia del usuario. Puede descubrir problemas que los evaluadores no han considerado.	Costoso en términos de tiempo y dinero. Se requiere una cuidadosa planificación y la selección de participantes correctos. Los resultados pueden estar sesgados.
Análisis de métricas	Se usa herramientas de análisis web sobre la actividad del usuario en el sitio web.	Proporciona datos cuantitativos y detallados sobre la interacción del usuario con el sitio web. Identifica patrones y tendencias de comportamiento de los usuarios.	No proporciona información sobre el contexto del comportamiento del usuario. No se puede obtener información cualitativa sobre la experiencia del usuario. No detecta problemas de usabilidad que no afecten el comportamiento del usuario.
Evaluación de accesibilidad	Se evalúa la accesibilidad del sitio web para personas con discapacidad utilizando estándares de accesibilidad.	Garantiza que el sitio web sea accesible para todos los usuarios. Proporciona información sobre los problemas de accesibilidad. Ayuda a alcanzar los estándares de accesibilidad.	No se centra en la usabilidad del sitio web. No proporciona información sobre cómo los usuarios interactúan con el sitio web. No puede identificar todos los problemas de usabilidad.
Revisión de contenido	Se evalúa la calidad y claridad del contenido del sitio web.	Ayuda a garantizar que el contenido sea fácil de entender. Identifica problemas de contenido como jerga o contenido obsoleto. Puede mejorar la legibilidad y comprensión del contenido. Puede mejorar la accesibilidad del sitio.	No proporciona información sobre la usabilidad del sitio web. No identifica problemas técnicos de usabilidad. No puede identificar todos los problemas de usabilidad.

Tabla 1 – Detalle de los métodos de evaluación de la usabilidad más comunes

Es así que la elección de la mejor opción para evaluar un sitio web turístico dependerá de varios factores, incluidos los objetivos del sitio web, las características del objetivo público y el tipo de información que se desea obtener. Sin embargo, una técnica nueva para la evaluación de la usabilidad de un sitio web es el mapa de calor, ya que proporciona una visualización clara de cómo los visitantes interactúan con el contenido del sitio web.

Mientras que otras técnicas, como las pruebas de usuario o revisión de contenido, pueden ser útiles para evaluar la estructura y la comprensión del contenido del sitio web, un mapa de calor puede proporcionar información más detallada sobre qué parte del sitio web son más populares, qué áreas no están recibiendo suficiente vista y cómo los usuarios navegan a través del sitio web.

Por ello, los mapas de calor pueden ser la técnica más efectiva porque son más fáciles de usar que otros métodos de evaluación, que requieren un tiempo más largo de análisis y un proceso intenso de verificación de indicadores para dar resultados. Algunas de las formas en que los mapas de calor son útiles en la evaluación de un sitio turístico son:

- Los mapas de calor pueden identificar patrones de uso del sitio web turístico, como dónde los visitantes tienden a ser más o menos frecuente, lo que ayuda a crear un diseño de experiencia de usuario más intuitiva.
- Los mapas de calor pueden ayudar a evaluar la efectividad del diseño de un sitio web turístico, como la ubicación y el tamaño de los botones de navegación o las llamadas a la acción, lo que ayuda a mejorar la conversión y la satisfacción del usuario.
- Los mapas de calor pueden ayudar a identificar problemas de accesibilidad, como las áreas turísticas del sitio web que son inaccesible para las personas con discapacidades visuales.
- Los mapas de calor pueden ayudar a medir la eficacia de las campañas de marketing de un sitio turístico, como la ubicación y el tamaño de los anuncios o los elementos de diseño que captan mejor la atención de los visitantes.

En definitiva, si bien cada método de usabilidad tiene sus fortalezas y debilidades, el mapa de calor es una herramienta útil para identificar rápidamente las áreas problemáticas en un sitio web turístico y mejorar la experiencia del usuario. Proporciona una visualización clara de los patrones de comportamiento de los usuarios y ayuda a los equipos de diseño y desarrollo a centrar sus esfuerzos en áreas específicas para mejorar la usabilidad del sitio web.

4. Conclusiones y trabajo futuro

El sitio web de una empresa de turismo es fundamental para construir una imagen a través de la promoción turística, brindando a los consumidores conocimiento sobre las atracciones y la infraestructura existente, diferenciando un destino de la competencia y generando confianza y credibilidad.

El uso de mapa de calor para la evaluación de la usabilidad en los sitios web de turismo es una herramienta altamente efectiva. Esto se debe a que brindan información visualmente clara y fácil de entender sobre el comportamiento del usuario del sitio web, ayudando a los diseñadores y desarrolladores a mejorar la experiencia de usuario y optimizar los sitios web para lograr sus objetivos.

Además, los mapas de calor son una herramienta económica y fácil de implementar, lo que los convierte en una excelente opción para las empresas de turismo que buscan mejorar la usabilidad del sitio web. Proporcionan información valiosa sobre el comportamiento del usuario, incluyendo dónde hacen clic los usuarios, las áreas que ignoran y cómo navegan por el sitio web.

Este artículo es un proyecto piloto que describe una parte fundamental de la aplicación de evaluación de usabilidad, como lo es una revisión sistemática de instrumentos de evaluación de usabilidad para sitios web de turismo, que es la base para la creación del

siguiente artículo con el tema de desarrollo de una herramienta de software que permite evaluar la usabilidad de las aplicaciones web de turismo a través técnicas inteligentes.

En trabajos futuros, esta investigación puede expandirse en otras líneas de investigación, agregando el desarrollo de algoritmos avanzados de aprendizajes para generar mapas de calor más precisos y confiables para identificar patrones de comportamiento de los usuarios. Además, se pueden desarrollar métodos y mejores prácticas para interpretar y analizar los datos generados por los mapas de calor. Esto es identificar patrones de comportamiento del usuario y la correlación de esos patrones con los objetivos del sitio web.

Referencias

- Cano, J. L. (2008). Business Intelligence: competir con información. *Banesto FUndación Cultural*.
- Córdova Morán, J., & Freixa, P. (2017). Turismo, web 2.0 y Comunicación Interactiva en América Latina. Buenas prácticas y tendencias. *International Journal of Information Systems and Tourism (IJIST)*, 2, 17-34.
- Domínguez Alfonso, R. (2014). Nuevas Tecnologías y Educación en el siglo. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 4. Obtenido de <http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/index.htm>
- Domínguez Vila, T., Alén González, E., Araújo Vila, N., & Fraiz Brea, J. A. (2021). Indicators of Website Features in the User Experience of E-Tourism Search and Metasearch Engines. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*.
- Estudio sobre turismo inteligente. (2020). *Grupo Internacional de Autelsi*.
- Fries, E. (2011). Discourse Variations Between Usability Tests and Usability Reports. *Journal of Usability Studies*, 102-116.
- Guamán, E. (2019). Análisis y evaluación de la calidad del sitio web de la Universidad del Azuay. *Universitat Politècnica de València*.
- Guaña-Moya, E. J., Quinatoa-Arequipa, E., & Pérez-Fabara, M. A. (2017). Tendencias del uso de las tecnologías y conducta del consumidor tecnológico. *Ciencias Holguín*, 1-17.
- International Standard. (2000). Information technology-Software product quality-Part 1: Quality model. *Technologies de l'information — Qualité des produits logiciels*.
- International Standard. (2000). ISO/IEC 9126-1. *Information technology - Software product quality- Part1: Quality Model. Suiza*.
- Internet Live Statics*. (16 de 09 de 2022).
- Intituto Nacional de Estadística y Cesos. (16 de 01 de 2023). *Resumen 2022*. Obtenido de Intituto Nacional de Estadística y Cesos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/>

- Kaysı, B., & Topaloğlu, Y. (2018). Usability in E-Commerce Websites: Results of Eye Tracking Evaluations. *International Journal of Computer and Systems Engineering*.
- Miranda Aguilar, V. J., & Valencia Herrera, A. (2018). La supervivencia de las agencias de viaje y turismo : gestión del marketing digital como estrategia para la atracción de clientes turistas. *POstificia Universidad Católica del Perú*.
- Morales-Vargas, A., Pedraza-Jiménez, R., & Codina, L. (2020). Website quality: An analysis of scientific production. *Profesional de la información*, 1-21.
- Morales-Vargas, A., Pedraza-Jiménez, R., & Codina, L. (2020). Website quality: An analysis of scientific production. *Profesional de la información*, 29, 1 - 21. Obtenido de <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/83177>
- Naciones Unidad CEPAL. (2022). Tecnologías digitales para un nuevo futuro. *Agenda Digital para América Latina y el Caribe - CEPAL*, 1-99.
- Ole Agency. (10 de noviembre de 2021). *Análisis de portales turísticos de destinos para la Red DTI*. Recuperado el 09 de 03 de 2023, de https://www.segittur.es/blog/marketing-digital-blog/portales_turisticos/
- Olsina, L. (1999). Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidad de Sitios Web. *Universidad Nacional de la Plata*, 29(1), 91-101.
- Palma Laáz, K. G., Pincay Ponce, J. I., Macías Valencia, D. G., & Herrera Tapia, J. S. (2022). La usuabilidad de los sitios web oficiales de destinos turísticos de países miembros de la OMT. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*.
- Pincay Ponce, J., Caicedo Ávila, V., Herrera-Tapia, J., Delgado Muentes, W., & Delgado Franco, P. (2020). Usabilidad en sitios web oficiales de las universidades del Ecuador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*.
- Sanchez, W. (2021). La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características. *Ing-novación*.
- Tejada Herrera, J. M. (2021). Evaluación del diseño emocional y su impacto en la experiencia de usuario en la compra online de consolas de video juego, en gamers de 18 a 35 años. *Universidad Ean*.

Desinformação e suas Manifestações nas Plataformas de Mídia Digital

Sergio Mari Junior¹, Francisco Carlos Paletta²

sergio.mari.jr@uel.br; fcpaletta@usp.br

¹ Universidade Estadual de Londrina - UEL, Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Londrina-PR, Brasil

² Universidade de São Paulo - USP, PPGCI UEL Londrina, Brasil

Pages: 259-270

Resumo: Este trabalho é parte de uma pesquisa que investiga como plataformas de mídia digital assumem ou negligenciam sua responsabilidade informacional ao adotarem práticas como a organização, indexação, representação e curadoria da informação, por meio de algoritmos. Uma das hipóteses é a de que a circulação de notícias falsas e de outros tipos de desinformação nessas plataformas é indicio de que elas negligenciam sua responsabilidade social como fontes de informação. Uma das necessidades da pesquisa é a de compreender o significado do termo desinformação e suas acepções, para que se possa discutir, juntamente com outras proposições, a responsabilidade das plataformas ao criarem algoritmos que permitem ou até potencializam a prática da desinformação. Para atender a essa necessidade foi realizada uma pesquisa bibliográfica exploratória de caráter qualitativo, cujos resultados são apresentados a seguir.

Palavras-chave: informação; desinformação; mídias digitais.

Disinformation and its Manifestations in Digital Media Platforms

Abstract: This paper is part of a research that investigates how digital media platforms assume or neglect their informational responsibility by adopting practices such as the organization, indexing, representation, and curation of information through algorithms. One of the hypotheses is that the circulation of fake news and other types of misinformation in these platforms is an indication that they neglect their social responsibility as information sources. One of the needs of the research is to understand the meaning of the term disinformation and its meanings, so that one can discuss, along with other propositions, the responsibility of the platforms when they create algorithms that allow or even potentiate the practice of disinformation. To meet this need, exploratory bibliographic research of qualitative nature was conducted, whose results are presented below.

Keywords: information; disinformation; digital media.

1. Introdução

Em meados do século XX, as formulações iniciais de uma teoria da informação privilegiavam abordagens predominantemente quantitativas. A quantificação da informação era a busca predominante e motivou, por exemplo, o desenvolvimento da teoria estatística da informação e da teoria semântica da informação (Gorsky, 2018). Essas abordagens tratavam de problemas relacionados à transmissão da informação de um lugar a outro por meio da tecnologia. Parte importante desses problemas repousava no fato de que, quanto menos óbvia ou menos redundante fosse uma mensagem, mais difícil seria sua transmissão (Gleick, 2013).

A falta de obviedade e redundância é uma característica que pode ser medida, pois se traduz na probabilidade de ocorrência de certos elementos (Pignatari, 2008). Quanto menor for a probabilidade de ocorrência dos elementos de uma mensagem, mais incerteza estatística ela contém. A informação, portanto, pode ser quantificada medindo-se a quantidade de incerteza presente em uma mensagem (Edwards, 1976).

Tal relação cria uma espécie de paradoxo. Se a quantidade de informação se dá pela quantidade de incerteza, quanto mais informação há em uma mensagem, menor é sua capacidade de informar. Mensagens muito complexas, expressas em uma linguagem sem redundâncias, ou com pouca obviedade e repetição de elementos, contêm mais incerteza e estão mais sujeitas a se perderem devido a ruídos na transmissão ou à dificuldade de compreensão por parte do receptor.

Seria contraditório para a nascente teoria da informação assumir que quantidades elevadas de informação fossem um aspecto degenerativo para a capacidade informativa das mensagens. Então o termo “entropia”, uma palavra que teve origem nos estudos da física, mais precisamente na termodinâmica, passou a ser utilizada para descrever esse fenômeno. A palavra foi aplicada na Teoria Matemática da Informação de Claude Shannon e Warren Weaver e na Cibernética de Norbert Wiener como uma medida para a tendência de degradação na possibilidade de transmissão ou de compreensão de uma mensagem, em função da quantidade de informação que ela contém (Gleick, 2013).

Em outras palavras, mensagens totalmente redundantes não contêm incerteza e, portanto, não contêm informação. Por outro lado, quanto menos redundante ou repetitiva é uma mensagem, mais incerteza e, logo, mais informação ela contém. Quanto mais informação a mensagem contém, mais difícil de ser transmitida ou compreendida ela se torna (Pignatari, 2008). Entropia foi a palavra escolhida para representar a medida dessa perda de capacidade de informar devido a presença de mais informação na mensagem (Gleick, 2013).

A necessidade de inclusão do conceito de entropia mostra que uma dimensão negativa sempre esteve presente no desenvolvimento de uma teoria da informação. Porém os efeitos negativos da informação foram pouco explorados ao longo do tempo e há pouca clareza sobre eles. Se há divergência na definição da informação e seus fenômenos positivos, suas manifestações negativas são ainda mais nebulosas e até mesmo negligenciadas, sendo escassas as pesquisas que considerem essa abordagem (Capurro, 1992).

Um desses fenômenos negativos da informação que tem se mostrado importante nos últimos anos, graças a suas manifestações nas mídias digitais, é a desinformação. É possível dizer que essas manifestações reacenderam a pesquisa sobre o tema, abrاندando a negligência apontada por Capurro em 1992.

Do mesmo modo que a entropia, a desinformação não está associada simplesmente à ausência ou a falta de informação, mas sim à existência de uma informação que cumpre papel inverso (ou com sentido negativo) ao esperado. Entropia e desinformação são provocadas pela existência, e não pela ausência de informação. Se a informação, tanto mais quando organizada, incrementa o conhecimento, a desinformação deteriora o conhecimento. Para Capurro, informação e desinformação devem ser consideradas objetos complementares da Ciência da Informação (1992).

2. Desinformação e Seus Diferentes Significados

Para Stahl (2006) a definição de desinformação depende da noção de verdade, sendo que a informação é verdadeira enquanto a desinformação não é verdadeira. Como a ideia de verdade é bastante complexa e controversa, a definição de desinformação também se torna complexa. O autor expressa assim essa dificuldade: “[...] uma declaração que pode servir como informação útil e clara quando proferida por A no contexto B, pode se tornar uma mentira completa com intenções políticas quando proferida pela pessoa C no contexto D” (Stahl, 2006, p. 92, tradução nossa).

Stahl ainda questiona, a partir de uma perspectiva crítica, se há diferença entre as palavras *misinformation* e *disinformation*, em inglês, para designar esse fenômeno. Ambas as palavras são traduzidas para o português como desinformação. Para ele, *misinformation* denota uma informação errada ou enganosa devido a algum equívoco (falsidade acidental), enquanto *disinformation* denota a disseminação deliberada de informações não verdadeiras (falsidade proposital) (Stahl, 2006). Essa perspectiva demonstra que a intencionalidade é um elemento classificador da desinformação, como pode ser percebido nas abordagens que são apresentadas na sequência.

Pinheiro e Brito (2014) mapearam três diferentes usos para o termo desinformação na literatura da Ciência da Informação: 1) como ausência de informação, 2) como manipulação da informação, e 3) para provocar engano proposital.

A abordagem da desinformação como ausência de informação, segundo os autores, é predominante na literatura científica brasileira e está mais relacionada à falta de acesso do que à inexistência de informação. Certas condições sociais fazem com que sujeitos sejam submetidos apenas a informação parcial ou incompleta. Desinformação seria um aspecto do subdesenvolvimento de modo que “[...] estar desinformado seria o mesmo que estar desprovido de informações, o que comprometeria a própria sobrevivência em um ambiente dito informacional” (Pinheiro & Brito, 2014, n.p.).

A desinformação como informação manipulada se caracteriza pela oferta, tanto pelas mídias digitais como pelos meios de comunicação tradicionais, de informação de baixo nível cultural, tendo como consequência a imbecilização de setores sociais, o que é feito de modo proposital pelas elites para manter sua dominação. Trata-se de “informar para desinformar” (Demo, 2020, p. 39). Essa perspectiva, portanto, já pressupõe a

intenção de desinformar por parte de quem adota essa prática. Aqui não há a ausência de informação ou a falta de acesso a ela. O que há é a oferta proposital de grandes quantidades de informação de baixa qualidade, de modo que “[...] desinformação consistiria em um grande conjunto de informações disponibilizados cotidianamente, mas que não supririam o indivíduo com conhecimento necessário para participar do processo político” (Pinhero & Brito, 2014, n.p.). Os autores afirmam que esse tipo de desinformação não está restrito às mídias tradicionais e se manifesta também nas mídias digitais (Pinhero & Brito, 2014).

Por fim, a desinformação como meio para enganar propositalmente alguém, uma abordagem predominante na literatura anglo-saxã, está relacionada a “[...] ação proposital para desinformar alguém, de maneira a enganá-lo” (Pinhero & Brito, 2014, n.p.). Nessa perspectiva, a intenção de desinformar é um pressuposto, e a prática é adotada como uma estratégia, sendo direcionada a um adversário específico (Pinhero & Brito, 2014).

Outra abordagem, também em linha com a classificação da desinformação a partir da intencionalidade de quem a prática é a de Nunes (2020). Tendo por base a proposição clássica Buckland (1991), em que a informação pode ser compreendida como processo, como conhecimento ou como coisa, a autora propõe que a desinformação possa ser compreendida como coisa, como processo e como propósito. A intenção de desinformar está menos presente em sua percepção como coisa, é uma possibilidade na sua compreensão como um processo e é um pressuposto quando entendida como propósito.

Abordagem	Manifestação	Significado
A. Desinformação como coisa (pouca intencionalidade)	1. Falhas ou imperfeições no objeto informação	Imperfeições e falhas na composição dos suportes da informação (documentos). Também compreende o excesso de informação ou a presença de informação falsa nos documentos.
	2. Falha do registro da informação em seu suporte	Mapas falhos e imagens editadas. Distorções provocadas pelo descuido, falta de preservação, obsolescência ou desuso de um documento. Falhas na preservação, física e digital.
	3. Falha na transmissão da informação	Desinformação causada pelo mal funcionamento dos meios de transmissão e comunicação.
	4. Falha na percepção/compreensão/uso da informação por parte do interagente	Consequência das três manifestações anteriores ou diretamente da incapacidade de compreensão por parte do receptor, seja por suas próprias limitações ou pela entropia elevada da mensagem.
B. Desinformação como processo (alguma intencionalidade)	1. Resultado de um defeito no processo de informar	Provocado pela falta de objetividade, integridade e pluralismo no processo de informar ou comunicar.
	2. Ações sistematizadas (processo) para se atingir o objetivo de desinformar	Prática informacional sistematizada para favorecer mais o emissor do que o receptor, incluindo a oferta de grandes quantidades de informação com o objetivo de confundir.

Abordagem	Manifestação	Significado
C. Desinformação como propósito (intencionalidade como pressuposto)	1. Diminuir a capacidade de reflexão dos indivíduos	Imbecilização por meio da oferta de informação de baixa qualidade. Indução de memórias e crenças falsas a partir do enviesamento sistemático da informação ou da oferta de informação.
	2. Implementação de projetos de poder	Quando as práticas de desinformação são adotadas por governos ou grupos políticos como meios para conquista ou manutenção do poder.
	3. Impossibilidade de acesso à informação de qualidade por parte da maioria das pessoas	Relacionada à privação intencional das pessoas ou de uma sociedade do acesso à informação de qualidade. Tem como consequência o subdesenvolvimento da competência informacional dos indivíduos.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Nunes (2020).

Quadro 1 – Desinformação como coisa, processo e propósito

A desinformação como coisa se manifesta de quatro maneiras diferentes: “[...] (i) falhas ou imperfeições no objeto informação; (ii) falha do registro da informação em seu suporte; (iii) falha na transmissão da informação; e (iv) falha na percepção/compreensão/uso da informação por parte do interagente” (Nunes, 2020, p. 36). A desinformação como processo se manifesta de duas formas: “[...] (i) desinformação como resultado de um defeito no processo de informar e (ii) execução de ações sistematizadas (processo) para se atingir o objetivo de desinformar” (Nunes, 2020, p. 43). Por fim, a desinformação como propósito se revela em sua aplicação para “[...] (i) diminuir a capacidade de reflexão dos indivíduos; (ii) implementação de projetos de poder; e (iii) alertar para a impossibilidade de acesso à informação de qualidade por parte da maioria das pessoas” (Nunes, 2020 p. 50). O quadro 1 apresenta um resumo dessa classificação.

3. Desinformação em Forma de Notícias nas Mídias Digitais

Embora a desinformação como fenômeno exista há muito mais tempo, é com a popularização da World Wide Web, nos anos 1990, e das plataformas para redes sociais na Internet, nos anos 2000, que ela passa a ser abordada com mais profundidade nas áreas da comunicação e da informação.

Contemporaneamente, a prática da desinformação a partir dos meios de comunicação, sejam digitais ou tradicionais, tem sido chamada de *fake news*, ou notícias falsas. Essa expressão ganhou destaque principalmente a partir da eleição de 2016 para o governo dos Estados Unidos, quando a prática passou a ser utilizada mais intensamente com finalidades políticas (Nemer, 2020). Para Nemer (2020), *fake news* é uma expressão genérica, que compreende várias práticas de falseamento, entre as quais estaria inclusa a desinformação. Porém parece ser mais difundido o entendimento de que as notícias falsas sejam apenas uma das manifestações possíveis dos diversos tipos de desinformação.

Tratando especificamente do problema das *fake news*, Wardle (2017) descreve sete tipos de *misinformation* e *desinformation* que tomam a forma de notícias ou conteúdos

falsos nos meios de comunicação. São eles: 1) sátira ou paródia, que não tem intensão de causar mal, mas tem o potencial de enganar; 2) conteúdo enganoso, que consiste no uso equivocado de informação para tratar de um problema ou indivíduo; 3) conteúdo impostor, quando é falsamente rotulado como sendo de fontes genuínas; 4) conteúdo fabricado, que se trata de um conteúdo totalmente produzido para enganar e causar danos; 5) falsa conexão, quando elementos de apoio, como títulos e imagens, não estão de acordo com o conteúdo; 6) falso contexto, quando um conteúdo verdadeiro é compartilhado em um contexto ou tempo diferente do original; e 7) conteúdo manipulado, quando uma informação verdadeira é manipulada com o objetivo de enganar.

Nota-se que os primeiros tipos da lista de Wardle caracterizam a *misinformation*, sendo conteúdos falsos, porém criados sem a intensão de enganar. E conforme avançamos para os últimos tipos da lista, vai se caracterizando a *desinformation*, com conteúdo verdadeiro retirado de contexto, ou com conteúdo falso totalmente produzido já com a intensão de causar dano. Isso demonstra que os diversos tipos de desinformação podem tomar a forma de *fake news* e que elas seriam, portanto, uma das formas possíveis de manifestação da desinformação. Notícias, verdadeiras ou falsas, são um tipo específico de informação, que circulam nos meios de comunicação (mídias) tradicionais e também nas novas mídias digitais. Quando falsas, são uma manifestação específica da desinformação.

Nunes (2020) segue esse entendimento ao enumerar os modos como a desinformação se manifesta atualmente, principalmente por meio da Internet, que seriam: a pós-verdade, as notícias falsas (*fake news*), a *data flood* (enxurrada de dados), a falsa propaganda, os *Internet bias* (vieses da Internet), o *social spam*, e a *deep fake* (falseamento profundo de imagens, vídeos e áudios de modo que possam não ser percebidos como falsos).

Nemer (2020) acrescenta um tipo de manifestação de desinformação muito próprio das mídias digitais: o *clickbait* (isca de cliques), que consiste no uso de manchetes sensacionalistas, que nem sempre são fiéis ao conteúdo das notícias, com o objetivo de atrair os cliques dos usuários aumentando artificialmente a audiência de um veículo de comunicação. O problema dessa prática é que muitas vezes os leitores se contentam com os títulos e compartilham as notícias para suas redes sem ter lido seu conteúdo, fazendo com que manchetes sensacionalistas ganhem grande visibilidade.

4. Desinformação nos Sistemas de Busca na Web

Algumas manifestações da desinformação nas mídias digitais se concretizam a partir das próprias características desses meios. Esse entendimento se ampara nos estudos de Marshall McLuhan (1972, 2007), para quem “o meio é a mensagem”. Segundo essa abordagem, a escolha dos meios de comunicação e dos modos como suas características serão exploradas, passam a fazer parte do sentido – ou da informação – que se pretende transmitir com uma mensagem (McLuhan, 2007).

Flusser (2011), com sua “filosofia da caixa preta”, também corrobora com o entendimento de que as características dos meios são determinantes para os usos que se fazem dele. Nessa perspectiva, ao escolher uma tecnologia ou um meio para transmitir informação, o homem se condiciona às possibilidades e limitações oferecidas por esse meio. Ao utilizar um dispositivo tecnológico (que o autor chama de “aparelho”), para comunicar, o que se

espera é que o dispositivo sirva às necessidades de homem, porém, em certa medida, o homem também serve ao aparelho ao se ajustar aos seus mecanismos de funcionamento (Flusser, 2011).

Por isso devemos incluir no mapeamento dos tipos de desinformação a partir dos meios de comunicação digitais aqueles que são dados a partir da exploração, intencional ou não, de suas características e modos de funcionamento. Destacamos dois ambientes típicos dos meios digitais que são especialmente populares para que possamos mapear o modo como suas funcionalidades podem proporcionar desinformação: os Sistemas de Busca na Web e as plataformas para Redes Sociais na Internet, chamadas de mídia social.

Os Sistemas de Busca na Web surgiram em meados da década de 1990, enquanto a Web se tornava popular e o número de *websites* começava a crescer. O esforço de indexar para facilitar o acesso às páginas disponibilizadas na rede, inicialmente foi feito de modo manual, pelo próprio criador da World Wide Web, Tim Berners-Lee, que organizava e publicava listas com os servidores em que os *websites* poderiam ser encontrados. Em pouco tempo outros usuários adotavam a prática de catalogar manualmente e compartilhar listas com os endereços dos *websites* que conheciam (Seymour, Frantsvog & Kumar, 2011).

Ainda na década de 1990, com sistemas como o Wandex, Excite, Infoseek, Altavista e Yahoo!, a indexação dos sites da Web foi assumida por empresas e passou a ser feita de modo automático, por *softwares* chamados *crawlers* (rastreadores), capazes de indexar as metainformações (título, endereço, descrição e palavras-chaves) dos *websites* (Seymour et al., 2011). Mais tarde, em 1998, os cientistas da computação Larry Page e Sergey Brin desenvolvem um modelo bastante extensivo de indexação de páginas da Web. Esse sistema, que ficou conhecido como busca orgânica, foi aplicado no mecanismo de buscas mais popular da Web, o Google e, em certa medida, se tornou o padrão para esse tipo de plataforma (Zimmer, 2008).

A busca orgânica possui alguns diferenciais em relação aos sistemas anteriores que se baseavam nas metainformações. Entre esses diferenciais estão a indexação de páginas individuais, ao invés de *websites* como um todo, e a indexação do conteúdo completo das páginas (e não somente os metadados). Mas o que talvez seja a característica definidora do mecanismo desse sistema é o fato de que os resultados das buscas feitas em seu índice serem retornadas não em uma ordem preestabelecida, como a ordem alfabética ou cronológica, mas sim em ordem de relevância (ou ordem orgânica) (Zimmer, 2008; Google, 2021).

Page e Brin desenvolveram um algoritmo (chamado PageRank) para a determinação da importância ou relevância de cada página a ser exibida em um resultado de busca em seu índice (Zimmer, 2008). De acordo com esse algoritmo a relevância da página seria determinada pela quantidade e pela importância dos *hiperlinks* que apontassem para ela. Atualmente, além do PageRank, o sistema de classificação do Google utiliza mais de 200 outros critérios (Google, 2021).

A ordem de relevância nos resultados de uma busca, portanto, é um aspecto contemporâneo do funcionamento do mecanismo (ou aparelho) que chamamos de Sistema de Busca na Web. Por isso, desenvolveu-se entre os criadores de páginas para

a Web a preocupação de que suas páginas sejam bem indexadas e de que atendam aos critérios de relevância estabelecidos pelo sistema. Essa preocupação se transformou em uma atividade técnica profissional que recebe o nome de *Search Engine Optimization* (SEO), ou otimização para sistemas de busca. Resgatando as perspectivas de McLuhan (2007), de que “o meio é a mensagem”, e de Flusser (2011), de que o homem passa a servir ao aparelho ao se ajustar ao aos limites de seu funcionamento, podemos admitir que o SEO é uma imposição do meio sobre a mensagem.

A prática do SEO tem como efeito aumentar a visibilidade de uma informação forçando sua indexação e melhorando sua avaliação de relevância nos resultados das buscas. Há muitos aspectos positivos nessa prática, que tornam mais eficiente os processos de informação na Web, mas ela também pode ser empregada para a desinformação, o que se dá principalmente de duas maneiras.

A primeira delas é a manipulação da indexação, fazendo com que páginas sejam indexadas indevidamente, numa prática conhecida como *spamdexing* (Nathenson, 2018). A segunda é a manipulação da avaliação de relevância, fazendo com que certas páginas sejam artificialmente bem classificadas nos resultados da busca, prática conhecida como *black hat SEO* (Cahill & Chalut 2009). Schultheiß e Lewandowski (2021, p. 545) explicam as consequências negativas desta prática, ao afirmarem que ela “[...] envolve técnicas que são consideradas ilegais pela maioria dos mecanismos de busca e geralmente são penalizadas com uma classificação mais baixa quando descobertas”.

Mesmo que as páginas artificialmente indexadas e bem avaliadas não contenham informação propositalmente enganosa, essas práticas caracterizam desinformação, pois fazem com que os índices da Web deixem de apresentar aquelas páginas que são verdadeiramente relevantes, de acordo com seus critérios, induzindo os usuários a tomarem como relevantes informações que de fato não o são.

5. Desinformação nas Redes Sociais na Internet

O outro ambiente destacado nesse mapeamento das possibilidades de desinformação nas mídias digitais são as plataformas para Redes Sociais na Internet, chamadas de mídia social. Elas se tornaram muito populares a partir de meados da década de 2000, com a consolidação da chamada Web Social ou Web 2.0. As mídias sociais costumam possuir o recurso chamados de *timelines* ou *feeds* de notícias, em são apresentadas as publicações feitas pelas redes sociais de cada usuário. Nas principais plataformas desse tipo, como Facebook, Instagram, Twitter e LinkedIn, por padrão, as *timelines* apresentam as publicações em uma ordem de relevância, estabelecida por algoritmos, de acordo com os critérios de cada plataforma.

Esses algoritmos agem como sistemas de recomendação, que são “[...] aplicações de *software* que pretendem dar suporte ao usuário em sua tomada de decisão quando esse interage com espaços que oferecem grandes quantidades de informação” (Santini, 2020, p. 103). O motivo comumente alegado para a adoção desses algoritmos de recomendação é o excesso de informação disponível na plataforma, de modo que se faz necessário algum tipo de filtragem desta informação para que o usuário tenha uma boa experiência.

O Instagram, por exemplo, afirmou recentemente em uma publicação em seu *blog* oficial que, quando o aplicativo apresentava as informações sem qualquer filtro e em ordem cronológica invertida (do mais recente para o mais antigo), em média os usuários deixavam de ver 70% de toda informação disponível (Mosseri, 2021). Por isso, em 2016, a plataforma adotou algoritmos para classificar as portagens “com base no que você mais gosta”, justificando a mudança afirmando que “[...] queremos aproveitar ao máximo o seu tempo e acreditamos que usar a tecnologia para personalizar sua experiência é a melhor maneira de fazer isso” (Mosseri, 2021, tradução nossa).

Porém, esses algoritmos de filtragem de informação, atuam “[...] como uma sofisticada solução sociotécnica e econômica – não somente para o excesso de informação, mas para o gerenciamento dos mercados de bens de consumo” (Santini, 2020, p.102), ou seja, são desenvolvidos não apenas para atender as necessidades de acesso à informação por parte do usuário, mas também para servirem como canais para a oferta de produtos e serviços.

Esse duplo papel dos algoritmos pode ser classificado como um tipo de desinformação, uma vez que nem sempre o usuário está ciente de que os critérios de relevância adotados por esses sistemas também privilegiam os interesses comerciais das plataformas (Lanier, 2018). Assim ele pode ser induzido a tomar como relevante para si uma informação que é relevante apenas para os interesses comerciais das plataformas.

Esse conflito de interesses, ainda segundo Lanier (2018), tem outro efeito desinformante. Como as mídias sociais se financiam recomendando bens de consumo em meio às publicações sociais, quanto mais tempo os usuários permanecem atentos às *timelines*, mais elas se beneficiam. Para conseguir ampliar esse tempo de atenção, os algoritmos são calibrados para selecionar cada vez mais informações que atendam aos interesses previamente manifestados por cada usuário e a ocultar informações que lhes possam causar desconforto, afastando-os da plataforma. O efeito dessa configuração, que busca apresentar aos usuários apenas informações que lhes agradem, é chamado de “filtros bolha” ou “bolhas de informação” (Pariser, 2012), que também são uma manifestação da desinformação nessas plataformas.

6. Conclusões

Abordagem	Manifestação	Práticas de desinformação
A. Desinformação como coisa (pouca intencionalidade)	1. Falhas ou imperfeições no objeto informação	Sátira ou paródia, conteúdo enganoso (Wardle, 2017); Falsa propaganda (Nunes, 2020)
	2. Falha do registro da informação em seu suporte	
	3. Falha na transmissão da informação	
	4. Falha na percepção/compreensão/uso da informação por parte do interagente	

Abordagem	Manifestação	Práticas de desinformação
B. Desinformação como processo (alguma intencionalidade)	1. Resultado de um defeito no processo de informar	Pós-verdade, <i>data flood</i> (enxurrada de dados), <i>Internet bias</i> (vieses da Internet) e <i>social spam</i> (Nunes, 2020); <i>Clickbait</i> (Nemer, 2020); <i>Spamdexing</i> (Nathenson, 2018); Filtros bolha (Pariser, 2012)
	2. Ações sistematizadas (processo) para se atingir o objetivo de desinformar	
C. Desinformação como propósito (intencionalidade como pressuposto)	1. Diminuir a capacidade de reflexão dos indivíduos	Conteúdo impostor, conteúdo fabricado, falsa conexão, falso contexto e conteúdo manipulado (Wardle, 2017); <i>Deep fake</i> (Nunes, 2020); <i>Black hat SEO</i> (Cahill & Chalut, 2009); Privilégio dos interesses comerciais das plataformas (Lanier, 2018)
	2. Implementação de projetos de poder	
	3. Impossibilidade de acesso à informação de qualidade por parte da maioria das pessoas	

Fonte: elaborado pelos autores.

Quadro 2 – Práticas de desinformação das mídias digitais

O quadro 2 apresenta a compilação das práticas de desinformação nas mídias digitais aqui mapeadas, sistematizadas de acordo com a proposta de Nunes (2020), que classifica a desinformação como coisa, como processo e como propósito.

A sistematização proposta no quadro 2 pode ser utilizada para compreender os processos de desinformação que se dão por meio das diferentes plataformas de mídia digital, seja por meio da ação de agentes que promovem intencionalmente a desinformação, ou por meio de funcionalidades e posturas frágeis ou vulneráveis por parte das próprias plataformas, que acabam por potencializar as práticas desinformantes.

A desinformação nas mídias digitais é um processo dinâmico que ganha complexidade a cada dia. Da interação entre as plataformas de informação, seus usuários e os agentes que promovem a desinformação intencionalmente, podem sempre surgir novas práticas e formatos desinformantes. Sistematizar e categorizar essas práticas é um caminho para que elas possam ser minimamente compreendidas, mesmo quando ainda são muito recentes. Trabalhos futuros também devem mapear práticas que ainda não foram capturadas nesse primeiro esforço, mantendo, assim, essa listagem atualizada.

Para a pesquisa em curso, esse mapeamento permitirá avaliar especificamente a desinformação que toma forma a partir da adoção de processos como a organização, indexação, representação e curadoria da informação por parte das plataformas de mídia digital. Ou seja, quando o agente da desinformação, intencional ou não, é a própria plataforma de informação, e não seus usuários.

Por vezes, nessas plataformas, esses processos informacionais são desempenhados por algoritmos opacos, a respeito dos quais não é possível conhecer seus parâmetros e princípios de funcionamento. Essa opacidade acrescenta ainda mais uma camada de complexidade nesse esforço de mapeamento, mas também o torna ainda mais relevante e necessário.

Referências

- Buckland, M. (1991). Information as thing. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(5), 345-360.
- Cahill, K & Chalut, R. (2009) Optimal Results: What Libraries Need to Know About Google and Search Engine Optimization. *The Reference Librarian*, 50(3), 234-247. <https://doi.org/10.1080/02763870902961969>.
- Capurro, R. (1992). Foundations of Information Science: review and perspectives. In Vakkari, P. & Cronin, B. (orgs.). *Conceptions of Library and Information Science: historical, empirical and theoretical perspectives* (pp. 82-98). Taylor Graham. <http://www.capurro.de/tampere91.htm>.
- Demo, P. (2000). Ambivalências da sociedade da informação. *Ciência da Informação*, 29(2), 37-42. <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v29i2.885>.
- Edwards, E. (1976). *Introdução à teoria da informação*. São Paulo: Cultrix.
- Flusser, V. (2011). *Filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia*. São Paulo: Anablume.
- Gleick, J. (2013). *A informação: uma história, uma teoria, uma enxurrada*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Google. (n.d.). Como a busca do Google funciona. Recuperado em novembro 24, 2022, de <https://www.google.com/search/howsearchworks/how-search-works/>.
- Gorsky, S. (2018). The dissolution of Bar-Hillel-Carnap paradox by semantic information theory based on a paraconsistent logic. 22(1), 139-151. <https://doi.org/10.5007/1808-1711.2018v22n1p139>.
- Lanier, J. (2018). Dez argumentos para você deletar agora suas redes sociais. Rio de Janeiro: Intrínseca.
- McLuhan, M. (1972). *A galáxia de Gutenberg*. São Paulo: Editora da USP.
- McLuhan, M. (2007). *Os meios de comunicação como extensões do homem*. São Paulo: Cultrix.
- Mosseri, A. (2021). Shedding more light on how Instagram works. 8 de junho de 2021. <https://about.instagram.com/blog/announcements/shedding-more-light-on-how-instagram-works/>.
- Nathenson, I. S. (1998). Internet infoglut and invisible ink: spamdexing search engines with meta tags. *Harvard Journal of Law and Technology*, 12(1), 43-197. <https://ssrn.com/abstract=1469706>.
- Nunes, A. M. de A. (2020). *Máquinas sociais e a desinformação em rede: o papel das entidades de software na formação de opinião na internet* [dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Federal de Pernambuco].

- Pariser, E. (2012). *O filtro invisível: o que a internet está escondendo de você*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Pignatari, D. (2008). *Informação. Linguagem. Comunicação*. Cotia: Ateliê Editorial.
- Pinheiro, M. M. K. & Brito, V. de P. (2014). Em busca do significado de desinformação. *DataGramaZero*, 15(6). <https://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/8068>.
- Santini, R. M. (2020). *O algoritmo do gosto volume 1: os sistemas de recomendação on-line e seus impactos no mercado cultural*. Curitiba: Appris.
- Schultheiß, S.; Lewandowski, D. (2021). “Outside the industry, nobody knows what we do”: SEO as seen by search engine optimizers and content providers, *Journal of Documentation*, 77(2), 542-557. <https://doi.org/10.1108/JD-07-2020-0127>.
- Seymour, T.; Frantsvog, D. & Kumar, S. (2011). History of Search Engines. *International Journal of Management & Information Systems (IJMIS)*, 15(4), 47-58. <https://doi.org/10.19030/ijmis.v15i4.5799>.
- Stahl, B. C. (2006). On the difference or equality of information, misinformation, and disinformation: a critical research perspective. *Informing Science Journal*, 9, 83-96. <https://doi.org/10.28945/473>.
- Wardle, C. (2017). Fake News. It’s complicated. <https://firstdraftnews.org/articles/fake-news-complicated/>.
- Zimmer, M. (2008). The gaze of the perfect search engine: Google as an Infrastructure of Dataveillance. In Spink, A. & Zimmer, M. (eds.). *Web search: multidisciplinary perspectives* (p. 77-99). Nova Iorque: Springer.

Agradecimento: Projeto de Pesquisa APOIO FAPESP

Revisión Sistemática: Gamificación en aplicaciones móviles para la educación

Cesar M. Tolentino-Veliz¹, Elizabeth K. Bravo-Huivin¹, Segundo E. Cieza-Mostacero¹

ctolentinov@ucvvirtual.edu.pe; ebravohui@ucvvirtual.edu.pe; scieza@ucv.edu.pe

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

Pages: 271-282

Resumen: La gamificación se convirtió en una de las herramientas más utilizadas, con el fin de incentivar la estimulación, la concentración de adquirir nuevos conocimientos y sustituir el método de estudio tradicional. Los resultados de esta investigación evidenciaron que entre los años 2016 - 2020 se publicaron 312 artículos referente a la gamificación en aplicaciones móviles para la educación, las técnicas más utilizadas son: recompensa, estatus, logro y competición. En conclusión, las investigaciones que hablan sobre la gamificación aumentado un 70 % por consiguiente en la actualidad hay varias empresas tecnológicas que han aplicado esta herramienta para mejorar el rendimiento académico.

Palabras-clave: Gamificación; Aplicaciones móviles; educación; revisión sistemática de la gamificación.

Revisión Sistemática: Gamificación en aplicaciones móviles en la educación

Abstract: Gamification became one of the most used tools, in order to encourage stimulation, concentration to acquire new knowledge and replace the traditional study method. The results of this research showed that between the years 2016 - 2020, 312 articles were published regarding gamification in mobile applications for education, the most used techniques are: reward, status, achievement and competition. In conclusion, the use of gamification helps to improve the user's capabilities.

Keywords: Gamification; Mobile apps; education; systematic review of gamification.

1. Introducción

En el año 2021, el 89 % de los usuarios utilizaron sus teléfonos móviles para las redes sociales y mensajería instantánea, dedicándose un aproximado de 3 horas y 40 minutos al día (Yiminshum, 2021). Estadísticamente la mayor parte de las aplicaciones utilizadas fueron formativas, el 45 % de idiomas, el 17 % para niños, otro 17 % de entrenamiento y

habilidades mentales, el 10 % de cursos de formación, el 7 % de matemáticas, el 2 % está conformada por plataformas educativas, el 0.9 % astronomía y el 0.5 % de preparación para exámenes, siendo las aplicaciones educativas las que generaron un mayor impacto en los usuarios (Appmagic, 2020).

La gamificación fue aplicada en diferentes sectores como: educación, salud, etc., esta interfiere en la conducta de la persona a partir de un incentivo motivacional, de igual manera tienen usos en el campo pedagógico formativo, con el fin de incitar la estimulación, la concentración, el esfuerzo y mejorar el aprendizaje (Teixes Argilés, 2017).

La cantidad de artículos existentes sobre la gamificación en la educación y aplicaciones móviles es amplia, debido a eso se realizó una revisión sistemática la misma que se conformó de la siguiente manera: introducción, trabajos relacionados, metodología, resultados y discusiones; finalmente, conclusiones.

2. Trabajos Relacionados

Lozada y Betancur (2016) definieron que la gamificación ha generado mayor interés en las diferentes áreas del conocimiento como: administración, economía, arte, humanidades, ciencias de la salud, ingeniería y arquitectura, generando los siguientes resultados: el 3.15 % son de las áreas de ingeniería y arquitectura, mientras que el 0.49 % del área de ciencias de la salud, evidenciando que la gamificación puede ser explorada en las diferentes áreas creando nuevas experiencias.

Además, Quintanal (2017) aplicó la gamificación por medio del programa “Gamiclass”, para mejorar la capacidad académica de los estudiantes a través de los videojuegos, donde tuvo una muestra de 521 estudiantes pertenecientes a la facultad de ingeniería en el semestre 2017-2, dividido en dos grupos, el primer grupo de control donde su rendimiento incrementó en un 27.8 % y el segundo grupo experimental que aumento en un 33.4 % estos resultados demostraron que la gamificación mejoró significativamente el desempeño académico.

Rodas *et al.* (2018) registraron un cambio beneficioso de los estudiantes, la mayoría animado por la inclusión de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el aprendizaje, en este contexto nació “Gamification’s Experience” con el propósito de aplicar técnicas de ludificación en la educación y a partir de ello se obtuvieron los siguientes resultados: el 83 % de los alumnos cree aprender más con esta forma de enseñanza que con el sistema tradicional y además al 86 % de los alumnos les gustaría que se aplicara este método a otras asignaturas.

3. Método de Revisión

Como método se utilizó la revisión sistemática, que es un estudio para identificar y evaluar los resultados de la gamificación en aplicaciones móviles para la educación, teniendo como base las fuentes de búsquedas para conseguir respuestas basadas en estudios previos, con el propósito de resumir e identificar las brechas de las investigaciones anteriores y las actuales.

3.1. Problemas de Investigación

La revisión sistemática busca explicar y analizar los resultados de los estudios con relación a la gamificación en aplicaciones móviles para la educación, por ese motivo se formularon los siguientes problemas (RQS):

RQS1. ¿Qué técnicas de gamificación en aplicaciones existe?

RQS2. ¿Cuántas investigaciones en el área de gamificación se publicaron entre los años 2016 y 2020?

RQS3. ¿Cuántos son los autores que hablan sobre la gamificación?

RQS4. ¿Cuál es la importancia de incorporar la gamificación en el proceso de enseñanza y aprendizaje?

RQS5. ¿Cuáles son los editoriales que hablan sobre la gamificación en la educación?

RQS6. ¿Cuáles son los objetivos de la gamificación en la educación?

3.2. Fuentes y Estrategias de Búsqueda

La investigación se realizó en bibliotecas digitales tales como: Primo, EBSCO, Scopus, Google Academic, Springer, ProQuest, ACM Digital Library, donde la técnica de búsqueda incluyó las palabras claves de la investigación y los términos relacionados a gamificación, aplicaciones móviles y educación, la exploración se realizó en los idiomas de español e inglés.

El proceso de búsqueda se realizó utilizando una ecuación general descrito por los autores León *et al.* (2021) tales como: (A1) AND (B1 OR B2) AND (C1 OR C2 OR C3) donde A representa las palabras claves relacionadas con la variable A1 = {gamificación}; B representa las palabras claves relacionadas con la variable B1 = {aplicaciones móviles} y C representa la metodología que se utilizó en la investigación C1 = {educación}. A continuación, en la Tabla 1 se presentan los descriptores de búsqueda en español e inglés.

Español	Ingles
Gamificación	Gamification
Aplicaciones móviles	Mobile apps
Educación	Education
Gamificación en aplicaciones móviles	Gamification in mobile applications
Gamificación en aplicaciones educativas	Gamification in educational applications

Tabla 1 – Descriptores de búsqueda en español e ingles

Los descriptores de exploración sirvieron para elaborar las ecuaciones de búsqueda para cada fuente bibliográfica, en la Tabla 2, se muestran las ecuaciones de indagación por fuente y el número de resultados en cada una, el total de artículos que se encontró fue de 289784 distribuidos entre Springer, Primo, EBSCO, Scopus, Google Academic, ProQuest y ACM Digital Library.

Fuente	Ecuación de búsqueda	Número
Springer	Gamification And Mobile Applications And Education	496
Primo	Gamificación AND Aplicaciones móviles AND Educación	4574
EBSCO	Gamification AND Mobile Devices AND Teaching	27427
SCOPUS	Gamificación Y Dispositivos móviles Y Enseñanza	60
Google Academic	Gamification AND technology AND Pedagogy	32900
ProQuest	Gamificación AND tecnología AND Pedagogía	5243
ACM Digital Library	Gamification AND Mobile apps AND Education	246511
Total		289784

Tabla 2 – Ecuaciones de Búsqueda por Fuente

3.3.Criterios de selección

Los criterios de exclusión para evaluar los resultados disponibles de las fuentes de búsqueda son los siguiente:

- CE1. Los artículos no tienen una antigüedad menor a 5 años.
- CE2. Los artículos están escritos en el idioma inglés.
- CE3. Los artículos no mencionan una metodología, modelo o método.
- CE4. El título y las keywords de los artículos no son muy relevantes.
- CE5. Los artículos no mencionan el Sistema operativo móvil.
- CE6. Los artículos están en texto completos y en pdf.
- CE7. Los artículos tendrán palabras claves.

3.4.Selección de estudios

Después de haberse aplicado los Criterios de Exclusión (CE) se eligieron un total de 1919 investigaciones, los cuales fueron: estudios redactados en el idioma inglés o español, antigüedad menor a 7 años, acceso abierto, gamificación en aplicaciones móviles para la educación, la gamificación como herramienta educativa en estudiantes de contabilidad, el título y las keywords fueron muy resaltantes, el abstract fue muy relevante y los artículos estuvieron vinculados al tema. Los resultados tras la aplicación de los filtros establecidos se detallaron en la Figura 1.

3.5.Evaluación de la calidad

En esta parte de la revisión sistemática se formularon y aplicaron criterios de calidad (QA), que se mencionan a continuación:

- QA1. ¿El propósito de la investigación esta explicada de una manera clara?

QA2. ¿El título es claro y organizado?

QA3. ¿El artículo es único?

QA4. ¿El artículo tiene un resumen relevante?

QA5. ¿El artículo es útil?

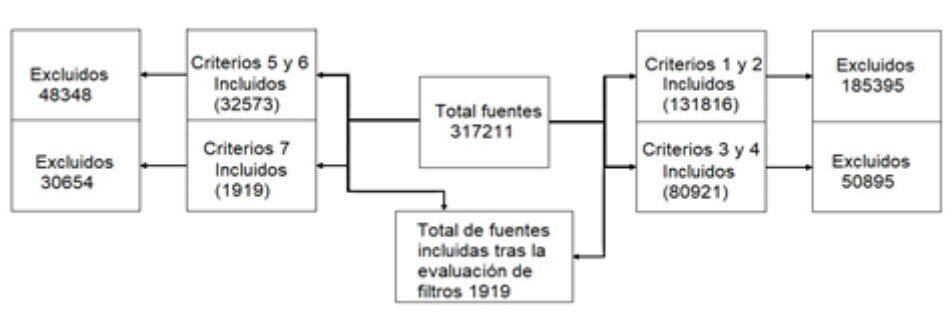


Figura 1 – Consolidado del número de resultados al aplicar criterios de exclusión

3.6.Extracción de datos

En esta fase se revisaron 18 estudios durante el proceso de extracción de información, los autores obtuvieron los datos de las investigaciones en reuniones, además se usó el programa “Zotero”, para poder reunir todos los artículos por título, creador, año como se muestra en la Figura 2.

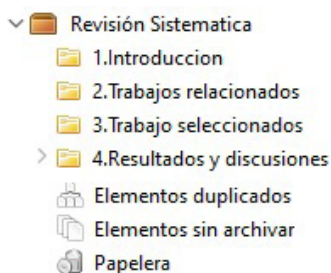


Figura 2 – Reportes de Zotero de los artículos científicos

3.7. Síntesis de datos

Después de la fase de extracción de datos se realizó un análisis en profundidad para responder a cada pregunta de investigación, para el RQS1, se analizó diferentes técnicas para determinar si la gamificación ayuda a mejorar el rendimiento académico, RQS2 se utilizó información de investigaciones publicadas en los últimos 7 años para determinar si ayuda a mejorar la capacidad del estudiante, RQS3 se eligieron datos de las editoriales

que mencionaron el tema, RQS4 se reconocieron las aplicaciones que emplearon la ludificación como estímulo, para mejorar las habilidades de los usuarios y el rendimiento académico, RQS5 se identificaron los beneficios que el usuario tendrá a la hora de utilizar las aplicaciones que emplean esta herramienta, finalmente en el RQS6 se detallan los objetivos de la gamificación en la educación.

4. Resultados y Discusiones

4.1. Descripción de los estudios

En el proceso de selección de estudios se obtuvieron como resultado 60 artículos de investigación, luego de haber aplicado los criterios de exclusión, en la Figura 3 se muestran las palabras que más resaltan consideradas en la revisión sistemática, gamificación, educación e información como resultado de la búsqueda.



Figura 3 – Nube de palabras en títulos de artículos

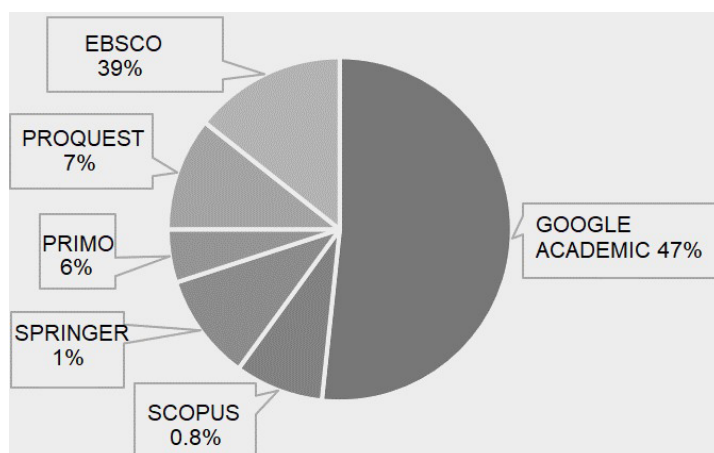


Figura 4 – Porcentaje de fuente de búsquedas

La Figura 4 – se muestran los porcentajes de las fuentes de búsqueda, en donde se observó que la fuente más importante para esta revisión sistemática es Google Academic con (47%), seguida de EBSCO (39%), Proquest con (7%), Primo (6%), Springer (1%), Scopus (0.8%).

4.2. Respuestas a las preguntas de investigación

RQS1. ¿Qué técnicas de gamificación en aplicaciones existe?

Según Casas (2021) existen cuatro técnicas: beneficio, que brinda alguna recompensa por usar o realizar alguna acción específica en su teléfono inteligente, puede ser un descuento, puntos acumulados o cualquier otro que sea de valor para el usuario y le anime a utilizar la aplicación; estatus, que cataloga a los usuarios en función a sus logros conseguidos o de su contribución, esto conlleva a alcanzar nuevas metas y por lo tanto un nuevo estatus; competición, esta es la más conocida en la gamificación, genera un ranking entre los participantes y crea así una competición; como último, metas que consiste en marcar sus propias objetivos, conforme a esto se van desbloqueando niveles o fases de la aplicación recibiendo algún tipo de beneficio. Las técnicas lúdicas están presentes en todo tipo de ámbitos. Se puede aplicar gamificación en las apps del mundo telecomunicaciones, en empresas del sector bancario, del retail, la educación, etc.

Uno de los ámbitos donde más revolucionario está siendo es en el educativo. Crear aplicaciones para aprender mientras jugamos ya no es cosa de niños. Suponen nuevas formas de enseñanza que motivan a aprender y a utilizar la herramienta.

Un ejemplo muy conocido en este campo es la aplicación Duolingo. A través de técnicas de gamificación como ‘Recompensas’, ‘Metas’ y ‘Competición’ ayuda a millones de usuarios alrededor del mundo a aprender nuevos idiomas.

En las empresas, desde hace unos años ya se comienzan a implementar la gamificación en las aplicaciones. Por ejemplo, las apps de gestión del conocimiento corporativo resultan muy útiles a la hora de enseñar a los empleados nuevos productos o servicios y saber el conocimiento que tienen sobre la empresa. A través de rankings y la creación de una competencia sana entre usuarios, se premia a los trabajadores que más saben o los que más participan.

En este caso, un ejemplo puede ser WeQuiz, una app desarrollada por el equipo de ABAMobile que utiliza estas técnicas de gamificación y sirve para compartir conocimiento acerca de la empresa.

Por último, otro ejemplo y esta vez muy conocido es la aplicación móvil de Nike+ que registra el ejercicio que hacen los usuarios. Además, anima a los participantes a superar metas y a retarse con sus amigos creando así una pequeña competición.



Figura 5 – Técnicas de gamificación en aplicaciones existe

RQS2. ¿Cuántas investigaciones en el área de gamificación se publicaron entre los años 2016 y 2020?

En el año 2016 se publicaron 70 artículos, para el año siguiente 120, entre el 2018 y el 2020 165, tras aplicar los criterios de selección, se analizaron 16 investigaciones. Los resultados, muestran que en los últimos cinco años se han publicado 355 artículos referente a la gamificación en la educación(Casas, 2021).

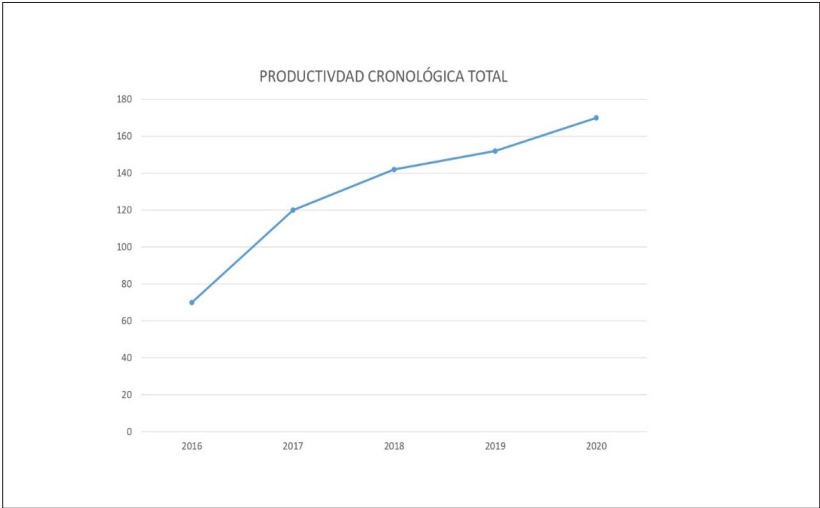


Figura 6 – Investigación a lo largo de los años

RQS3. ¿Cuántos son los editoriales que hablan sobre la gamificación?

Se muestra 8 editoriales que acumularon un total de 249 documentos, es decir, un 72.12 % de la producción total sobre gamificación, de igual forma se observó que no existe una relación directa entre el número de publicaciones y las citas recibidas, es la editorial “ELSEVIER” con 13 documentos siendo la que acumuló 371 citas en comparación con “IATED” que, a pesar de poseer 106 documentos sobre gamificación, sólo ha recibido un total de 30 citas (Rodríguez, 2021).

Editorial	Docs	Porcentaje	Citas
IATED	106	30.72%	30
ACAD	52	15.07%	66
IEEE	47	13.62%	228
ELSIEVER	13	3.76%	371
IGI GLOBAL	10	2.89%	15
ASSOC COMPUTING MACHINERY	10	2.89%	10
TEMPUS	7	2.02%	16
WILEY	4	1.15%	67
TOTAL	249	72.12%	803

Tabla 3 – Editoriales de la gamificación

RQS4. ¿Cuál es la importancia de incorporar la gamificación en el proceso de enseñanza y aprendizaje?

La gamificación se ha vuelto tan importante durante la enseñanza debido a su poder para potenciar las capacidades de los estudiantes, permitiéndoles alcanzar un nivel de conocimiento superior gracias a la unión de actividades lúdicas y aprendizaje.

En aquellos centros donde se ha apostado por la gamificación, se ha observado una mayor interactividad en los alumnos, los cuales se encuentran más preparados para alcanzar sus objetivos académicos. Así, se corresponde con una metodología efectiva que mejora la experiencia educativa de los individuos.

RQS5. ¿Cuáles son los beneficios de la gamificación en la educación?

La importancia de usar estas herramientas radica en que consiguen captar la atención del alumno con mayor fuerza porque conectan con los intereses que tienen los alumnos, desde pequeños hasta la Universidad. La gamificación y el aprendizaje en el juego buscan la motivación del alumno, generar procesos de enseñanza/aprendizaje para que esté motivado a “aprender” y para que adquiera otro punto de vista hacia el aprendizaje.

Los beneficios fueron el incremento del interés por el uso de gamificadores, basados en plataformas de videojuegos en ordenadores y la aplicación de juegos virtuales a través de apps, además el uso de estos en clase generó mejoras en el aprendizaje, precisamente en el desarrollo de competencias matemáticas del razonamiento y la creatividad en funciones socio-emocionales, de igual forma los videojuegos han remarcado mejoras en el desarrollo numérico como la atención y procesos de digitación (Fernández, 2021).



Figura 8 – Figura beneficio de la gamificación en la educación

RQS6. ¿Cuáles son los objetivos de la gamificación en la educación?

La incorporación de la gamificación en el terreno pedagógico tiene varios objetivos: involucrar a las personas, motivar acciones, promover el aprendizaje ,resolver problemas, comprender e influir en el comportamiento humano, centrarse en las posibilidades de motivación, crear un entorno visual donde jugar, cumplir con fines no relacionados con el juego, crear compromiso para el usuario, combinar instrucción del área de contenido, alfabetización y habilidades de aprendizaje en un entorno altamente atractivo (Contreras, 2020).

“Intentamos potenciar al máximo las habilidades de los niños a través de la experimentación y el juego, puesto que mediante la experiencia y la diversión creemos que es más fácil alcanzar aprendizajes más significativos y funcionales”, explica Bernardo Jareño Manclús, maestro del Colegio Alberto Sols, en Sax (Alicante), refiriéndose a su experiencia con la gamificación en el aula con herramientas de gamificación como Classdojo y Symbaloo. Pero, ¿cuál es la finalidad de utilizar esta técnica?

Cualquier actividad realizada en contexto de la gamificación busca lograr tres claros objetivos: por un lado la fidelización con el alumno, al crear un vínculo con el contenido que se está trabajando. Por otro lado, busca ser una herramienta contra el aburrimiento y motivarles. Finalmente, quiere optimizar y recompensar al alumno en aquellas tareas en las que no hay ningún incentivo más que el propio aprendizaje.

Aquellos que usan la gamificación afirman que aporta ingredientes muy atractivos para sus alumnos y que, gracias a su uso, obtienen mejores resultados en algunas actividades.

5. Conclusiones

En conclusión, la gamificación es el uso de métodos de juego, para resolver algún tipo de problema las posibles aplicaciones de la gamificación son actualmente objeto de un amplio debate, para explotar plenamente el potencial de esta, se necesita una comprensión profunda de los modos de operación en los sistemas gamificados.

La gamificación funciona y cada vez ayuda a mejorar el coeficiente intelectual de las personas, esta herramienta ya es una tendencia Top en las estrategias de negocio de las empresas tecnológicas actuales, como también incentivando a las personas que sigan utilizando sus herramientas, aplicaciones. Actualmente, existen numerosos casos de éxito de la gamificación como Duolingo.

Este trabajo permitió identificar las investigaciones relacionadas a la gamificación realizadas entre los años 2016 y 2020 empezando con casi 80 investigaciones en el 2016 hasta menos de 180 trabajos de investigación para el año 2020, lo que conlleva a deducir que mientras más pasa el tiempo la cantidad de estudios aumenta.

Las editoriales que hablan sobre la gamificación fueron 8 con un total de 249 documentos, la editorial que más publicaciones es IATED con 106 estudios y la que menos publicaciones tiene es WILEY 4 investigaciones y la editorial con más citas IEEE con 228 citas. Estas son las indicadas a consultar para futuros trabajos relacionados a la ludificación.

Las aplicaciones que utilizan la gamificación como: Duolingo, Minecraft, iKahoot! Etc. Ayudan a mejorar el rendimiento, la comunicación y coeficiente intelectual de las personas.

Esta revisión sistemática dio a conocer los beneficios de la gamificación en la educación, tales como el incremento del interés por el uso de gamificadores basados en plataformas digitales, además de mejoras en el aprendizaje, la creatividad y funciones socio-emocionales, esta investigación puede servir de punto de partida para aplicar la ludificación en entornos educativos.

Los objetivos de la gamificación son metas que se tiene que cumplir para que esta herramienta sea utilizada por diferentes personas como empresas, ayudando a mejorar su rendimiento académico y que otras empresas tecnológicas lo apliquen.

Esta revisión sistemática recogió los hallazgos de diferentes fuentes bibliográfica, tales como artículos relacionados a la gamificación, además de estudios teóricos, investigaciones científicas, en la cual trazamos interrogantes sobre cómo afectaría la gamificación en aplicaciones móviles para la educación, dando a conocer que esta es una técnica para mejorar el aprendizaje y capacidad de las personas.

Referencias

ÁLVAREZ, [2021]. Aprendemos a jugar, jugamos a aprender: Gamificación en el aula ~ Investigando las TIC en el aula. [en línea]. [Consulta: 22 julio 2022]. Disponible en: <http://juanfratic.blogspot.com/2016/03/aprendemos-jugar-jugamos-aprender.html>.

- APPMAGIC, 2020. 2020-2021 Market For Educational Apps. *AppMagic.rocks* [en línea]. [Consulta: 2 julio 2022]. Disponible en: <https://appmagic.rocks/blog/education-apps>.
- CASAS, 2013. Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos Técnicos - UNPA* [en línea], vol. 5, no. 2, pp. 25-47. [Consulta: 22 julio 2022]. ISSN 1852-4516. DOI 10.22305/ict-unpa.v5i2.71. Disponible en: <https://publicaciones.unpa.edu.ar/index.php/ICTUNPA/article/view/581>.
- CONTRERAS, 2020. Gamificación en contextos educativos: análisis de aplicación en un programa de contaduría pública a distancia*. *Universidad & Empresa* [en línea], vol. 22, no. 38, pp. 8-39. [Consulta: 9 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1872/187263780002/html/>.
- FERNÁNDEZ, 2021. ▷ La gamificación en las aplicaciones móviles. *ABAMobile* [en línea]. [Consulta: 22 julio 2022]. Disponible en: <https://abamobile.com/web/la-gamificacion-en-las-aplicaciones-moviles/>.
- LEÓN, J., BOCANGEL, MONTERO, GAMBOA, SOTO y GAGO, 2021. Revisión Sistemática de la Literatura sobre Redes Neuronales Artificiales: Detección de Ataques Cardíacos. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação* [en línea], no. E45, pp. 303-317. [Consulta: 8 agosto 2022]. ISSN 16469895. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2647406717/abstract/6201C323D6FA4A09PQ/1>.
- S ARGILÉS, 2014. *Gamificación: fundamentos y aplicaciones* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 3 julio 2022]. Disponible en: <https://www.digitalipublishing.com/a/34552/gamificacion--fundamentos-y-aplicaciones>
- LOZADA y BETANCUR, 2016. La gamificación en la educación superior: una revisión sistemática. ,
- QUINTANAL, [2020]. GAMIFICACION.
- RODAS, GARCÍA y GUEDE, 2014. GAMIFICACION LIBRO. ,
- RODRIGUEZ, [2021]. gamificacion, .

Sistema de internet de las cosas para mejorar el control de la temperatura en niños de 0 a 10 años de un centro de salud

Aurora N. Herrera-Huamán¹, Carla N. Cabel-Nomberto¹, Segundo E. Cieza-Mostacero¹, Oscar R. Alcántara-Moreno¹, Juan F. Pacheco-Torres¹

aherrerah@ucvvirtual.edu.pe; ccabelno11@ucvvirtual.edu.pe; scieza@ucv.edu.pe; oalcantara@ucv.edu.pe; jpachecot@ucv.edu.pe

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

Pages: 283-295

Resumen: El artículo se desarrolló con el propósito de mejorar el control de la temperatura en niños de 0 a 10 años en el Hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo, a través de la implementación de un sistema de internet de las cosas. El tipo de investigación fue aplicada de grado pre – experimental, para su desarrollo se empleó la metodología de sistemas embebidos haciendo uso de las fases de análisis, de diseño, de desarrollo, de integración y de pruebas. Los resultados obtenidos de los 53 registros, posterior a la implementación del sistema de internet de las cosas, fueron de una disminución de 4 minutos en cuanto al tiempo de medición de temperatura e incremento de 92.86% en cantidad de muestras de control de temperatura en el lapso de 1 hora, esto dada la diferencia del método de toma de temperatura; la implementada consiste en un control constante de esta a diferencia de toma manual. Se concluye que con la implementación de un sistema de internet de las cosas se mejoró significativamente el control de la temperatura.

Palabras-clave: Internet de las cosas; sistemas embebidos; control de temperatura.

Internet of things system to improve temperature control in children from 0 to 10 years of age in a health center

Abstract: The article was developed with the purpose of improving temperature control in children from 0 to 10 years of age at the Víctor Lazarte Echegaray Hospital in Trujillo, through the implementation of an internet of things system. The type of research was applied to a pre-experimental degree, for its development the embedded systems methodology was used, making use of the phases of analysis, design, development, integration and testing. The results obtained from the 53 records, after the implementation of the Internet of Things system, were a decrease of 4 minutes in terms of temperature measurement time and an increase of 92.86% in the number of temperature control samples in a period of 1 hour, this given the difference in the method of taking temperature; the implemented

one consists of a constant control of it, unlike manual intake. It is concluded that with the implementation of an internet of things system, temperature control was significantly improved.

Keywords: Internet of things; embedded systems; temperature control.

1. Introducción

Al año 2021 el Hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo, enfrentó la situación de la pandemia COVID-19, reflejando un cambio drástico en la atención a los pacientes asegurados y/o referidos de los diversos hospitales de la Región La Libertad. En donde el ingreso a dicho nosocomio se mantuvo completamente restringido, para evitar un mayor contagio en la población, solo se permitió el ingreso del enfermo; sea este caso sospechoso, confirmado o paciente no COVID, teniendo temperaturas altas. Esta es considerada una señal de advertencia de infección, en cuyos casos fue causada por diferentes tipos de virus. Sin embargo, cuanto menor es la edad del niño, mayor es el riesgo de grave infección, esto se aplicó a niños menores de 3 meses e incluso menos de 3 semanas, destacando la importancia de acudir directamente al hospital (MINSA, 2020).

El virus SARS-CoV-2 dejó en evidencia una rápida propagación y facultad de contagiar a la población. Esto pudo ocasionar daño en los recién nacidos, dada la inmadura inmunidad, no obstante, para denominar sospechoso de dicha enfermedad se tuvo en cuenta si la madre del neonato cuenta con antecedentes por infección al virus SARS-CoV-2, comprendidos entre los 14 días previo al parto y los 28 días posteriores al parto, o el neonato directamente expuesto a personas contagiadas confirmadas (sean familiares, ciudadanos, personal médico y visitantes). Los hallazgos clínicos no son específicos, primordialmente en un neonato prematuro, esto implicó el monitoreo continuo de los signos vitales; en la primera semana se evaluó la temperatura (hipotermia, hipertermia, normo-termia), área respiratoria, cardiovascular, alimentación gastrointestinal, entre otros. En caso de ser neonato sospechoso y sintomático se recomendó ingresarlo en un cuarto individual, en incubadora, con medidas de incomunicación de contacto y efectuando el goteo de medicamento, teniendo bajo seguimiento la frecuencia cardiaca y respiratoria, temperatura, presión arterial y saturación de oxígeno (Macías, 2020).

Los casos sospechosos de COVID-19 en recién nacidos, se determinaron por la madre con precedentes de infección por SARS-CoV-2, aquellos que fueron dados a luz o entraron en contacto con alguien infectado con el virus, esto permitió la implementación de ciertas condiciones tales como el aislamiento, incubadora, toma de muestras de sangre por reacción polimerasa de cadena en tiempo real (RT-PCR), con la finalidad de determinar el SARS-CoV-2 en muestras secretadas, mediante secuenciación del virus (Mazzoleni, 2020).

En España se registraron más casos de menores febriles con relación a otros, la causa aparente o claramente visible apareció después de un buen historial médico, esto no implica que se haya logrado una atención completa al evaluar a un niño con fiebre. En este caso, la causa suele ser una enfermedad que se auto cura, pero una enfermedad grave precedente puede ejercer presión sobre el familiar, se ha considerado la edad al diagnosticar fiebre en niños sin el origen de la enfermedad, por lo tanto, si tiene menos de 3 meses, es recomendable que sea derivado a un hospital de urgencias. En caso de

3 años o más, la evaluación debe basarse en el historial y los datos de inspección, a su vez durante el periodo de 3 meses a 3 años, deben examinarse las condiciones diarias, el tiempo de evolución y la temperatura (Calvo & de Ceano-Vivas, 2017).

Según Cárdenas, Paredes y Riega (2019) al año 2018 en Perú, la valoración de mortalidad en recién nacidos fue de 10 por cada 1000 nacidos vivos, siendo 29% de ellas evitables, puesto que fueron recién nacidos en término, con buen peso y sin malformaciones letales. Si bien el término de un embarazo es signo de un recién nacido estable, se puede denotar que existen causas no asociadas a enfermedades hereditarias o previstas en el control prenatal que dan como desenlace la muerte del neonato.

Al determinar la causa de la fiebre implica considerar los síntomas del niño, esto generalmente ocurre en los infantes con enfermedades leves denominadas respiratorias (gripe, dolor de garganta) y del sistema digestivo (gastroenteritis, deshidratación). Al 2021, existe un nuevo método de toma de temperatura, denominado termómetro digital que mide la temperatura de un niño en sus axilas y frente, sin embargo, hay que tener en cuenta que la infanta desarrollará fiebre si la temperatura de la vagina supera los 37,5 °C o la del recto 38 °C en caso de niños. Hasta 39 °C se considera temperatura media y si la supera es considerada alta (Escobar, 2017).

Es por ello que para el presente trabajo se tomó como centro de investigación al hospital Víctor Lazarte Echegaray de la ciudad de Trujillo, considerando como muestra a los pacientes de 0 a 10 años de edad, pues se identificó, al año 2021, la etiología de las infecciones graves y las herramientas que se tiene y utiliza para diagnosticar patógenos. En cuanto a la etiología bacteriana de las infecciones infantiles, dos incidentes han cambiado la situación en nuestro país en los últimos años. La primera es la política adoptada por los obstetras para prevenir la sepsis neonatal, lo que resulta en una reducción significativa de las infecciones por *Streptococcus agalactiae*. Sin embargo, no está claro que la sepsis neonatal tardía se reduzca de la misma forma, por lo que se debe seguir teniendo en cuenta estas infecciones dentro de una semana después del nacimiento (Calvo, 2017).

De esta manera se identificaron los siguientes problemas: el servicio de pediatría mantuvo como una de sus principales funciones el preservar la salud de sus pacientes, para ello implementaron un plan de revisiones y monitoreo en cada área respectiva. La temperatura, siendo el grado térmico de un cuerpo, es una de las prioridades a monitorizar después de los signos vitales en los neonatos e infantes, si bien la fiebre infiere alerta, el organismo en sí activa el termostato interno para equilibrar la temperatura, sea generándola o disminuyéndola. Según Calvo et al. (2017) la fiebre se cura sin diagnóstico, así mismo, se evaluó los síntomas asociados para generar un correcto perfil. El mantener el seguimiento de los infantes requiere de un constante control, el cual muchas veces tiene lapsos prolongados que provocaron vacíos en la atención. El implementar un medidor de temperatura que permanezca en constante actividad y que mantenga informado de la evolución del paciente a los responsables del área ahorra tiempo, recursos y previene daños graves en la salud del menor.

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

Indicador	Descripción	Modo de Cálculo
Tiempo de medición de temperatura en grados centígrados	Este indicador permite determinar el tiempo promedio que se tarda en medir la temperatura.	$PTT = \frac{\sum_i^n (TOTM)}{N^{\circ} m} - \frac{\sum_i^n (TOP)}{N^{\circ} m}$ PTT = Disminución del tiempo promedio de temperatura. TOTM = Temperatura obtenida con termómetro de mercurio. TOP = Temperatura obtenida con el prototipo. Nº m = Número de muestras obtenidas.
Cantidad de muestras de control de temperatura	Este indicador permite calcular el total de precisión de temperatura.	$NPT = \sum_i^n NPTM - \sum_i^n DTP$ NPTM= Número de precisión de temperatura con mercurio DTP = Diagnóstico de temperatura con el prototipo

Tabla 1 – Indicadores

De acuerdo a lo descrito anteriormente referido a las dificultades que tienen los niños de 0 a 10 años de edad con respecto al control de temperatura se formuló el siguiente problema de investigación: ¿De qué manera un sistema de internet de las cosas influye en el control de la temperatura en niños de 0 a 10 años de edad en el Hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo, 2021?, por lo cual se trazaron como objetivos mejorar el control de la temperatura en niños de 0 a 10 años de edad en el Hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo, a través de la implementación de un sistema de internet de las cosas , así mismo como objetivos específicos: disminuir el tiempo de medición de temperatura e incrementar la precisión de la muestra de la toma de temperatura.

2. Marco Teórico

Para esta investigación se consideraron las siguientes teorías relacionadas.

Según Chemes (2008), el ser humano es de temperatura constante por contar con un mecanismo regulador, está es el resultado obtenido equilibradamente entre la producción de calor y su eliminación, los valores corporales normales son 36.4°C y 37°C como promedio de la temperatura superficial, mayor o igual a 37.5°C y menor a 39°C como fiebre ligera, 39 °C considerada como fiebre, mayor a esta hipertermia y 41°C límite compatible con la vida. También menciona que la fiebre se presenta regularmente como un mecanismo de defensa ante un daño al organismo.

Según Mesa (2019), Internet de las cosas (IoT / Internet of Things), como nuevo paradigma de computación, donde se integran los objetos de nuestro día a día con las redes de comunicación, dando como resultados participantes activos en procesos de negocio. Atravesando las plataformas informáticas convencionales a cualquier

elemento físico. Los dispositivos integrados a la electrónica que permiten la conexión a red y otros tipos de hardware como sensores; dado pase a que a través de internet se pueda monitorizar y controlar remotamente. El principal resultado obtenido en la implementación de un dispositivo fue la ubicación de las zonas con buena señal, hubo un desacierto de un 0.6667 en frecuencia cardíaca y 0.7897 en saturación demostrando que no hay calibración lograda para asignarle el cálculo de saturación en esta zona a diferencia de las otras.

Asimismo; Rose et al. (2015), definen algunos entornos donde es aplicable la IoT, en caso del cuerpo humano es empleado a través de dispositivos para la monitorización, estabilidad y bienestar de las personas; en el hogar se aprecian los controladores y sistemas de seguridad.

Fernández (2015), indica que Arduino es una plataforma de desarrollo que puede interconectarse tanto electrónicamente como a través de software, para lograr el desarrollo de aplicaciones. Siendo una plataforma abierta permite el uso de código abierto.

Mesa (2019), un sensor es un transductor óptimo para transformar magnitudes físicas o químicas, denominadas variables de instrumentación. Un tipo de sensor es el de temperatura, el cual permite observar las variaciones de la misma a través de la expansión o retracción de sólidos, líquidos o gases, además el cambio en la resistencia de semiconductores y conductores. Como uno de estos sensores tenemos el LM35 con una precisión calibrada de 1°C, conteniendo su propio circuito de control, permitiendo una salida de voltaje conforme a la temperatura. Siendo lineal con la temperatura en la salida, incrementa el valor de 10mV por cada grado centígrado; dando como rango de medición es de -55°C (-550mV) a 150°C (1500mV). A su vez una de las tecnologías de transmisión inalámbrica de datos es Wifi, fundamentado en el estándar IEEE 802.11n es el más frecuente dada su omnipresencia en ambientes domésticos y comerciales.

3. Metodología de desarrollo

Para la investigación se tomó como base la estructura de la metodología sistemas embebidos, citando a Salas (2015) hace mención que los sistemas embebidos no son iguales a los sistemas de cómputo usados en computadoras portátiles o de escritorio que se venden en el mercado tecnológico, estos tienen recursos limitados con aplicaciones específicas haciéndolas muy útiles en los múltiples ambientes, como en el campo automotriz o en teléfonos móviles, reproductores Blu-ray, etc. La arquitectura de este tipo de sistemas contiene un microprocesador específico capaz de realizar instrucciones a una determinada velocidad, contrastado por una señal de reloj. Según García (2019), indica que los sistemas embebidos por lo general interactúan con su entorno mediante la captura de señales. En las aplicaciones biomédicas, el enfermo es quien forma parte de este entorno. En ciertos casos este registró señales generadas en el usuario en forma espontánea, por ejemplo, un electrocardiograma. Asimismo, Alva y Alcorta (2020), indican que la secuencia del ciclo de proceso de desarrollo o fases de los sistemas embebidos fue representada como un agrupamiento de cinco micro procesos que son excluyentes dado que se representan de manera lineal, siendo estas la fase de análisis, de diseño, de desarrollo, de integración y pruebas y por último la fase de implementación.

3.1. Fase de Análisis

Es el proceso inicial en donde se obtuvieron los requerimientos necesarios para el desarrollo final del producto, teniendo como principal requerimiento funcional la documentación de la plataforma web de mesa de partes digital, en donde la funcionalidad del proyecto es el correcto uso de los prototipos por parte del personal médico para el correcto control de temperatura de los menores que se encuentren hospitalizados por diversas situaciones que se encuentren atravesando.

ID	Descripción
RQ - 1	El sistema medirá la temperatura corporal de los niños.
RQ - 2	El sistema deberá estar en constante contacto con la piel.
RQ - 3	El sistema deberá mostrar los datos mediante el Arduino.
RQ - 4	El sistema deberá mostrar los valores si aumenta o disminuye por UBIDOTS
RQ - 5	El sistema deberá mandar una alerta indicando el alza de temperatura

Tabla 2 – Requerimientos Funcionales

3.2.Fase de Diseño

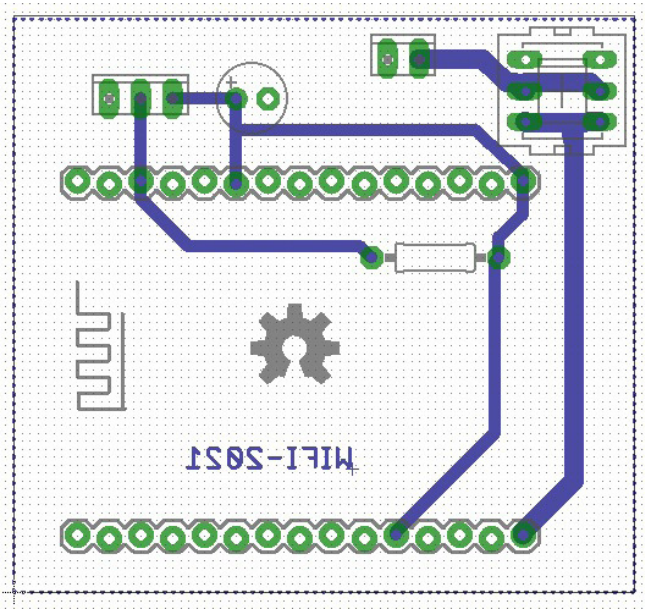


Figura 1 – Arquitectura del circuito

En esta fase se llevó a cabo el diseño del circuito, el diseño por partes y el diseño final del producto. Por consiguiente, en la Figura 1 se muestra la conexión del hardware (parte eléctrica del hardware). En donde, se desarrolló la arquitectura del funcionamiento con el cual se realizan las acciones de la siguiente manera; al estar el producto en contacto

con la zona axilar del menor, este tomara la temperatura corporal del sujeto y la enviara en tiempo real a la plataforma, la cual si evalúa que no es la adecuada debe enviar una alerta al personal encargado de brindar atención médica, concluyendo que su función es transmitir las señales eléctricas del Arduino a la plataforma virtual para que esta se muestre por pantalla y según sean los valores que se obtengan emitir o no la alerta.

3.3. Fase de Desarrollo

En esta fase se llevó a cabo la construcción de la parte eléctrica y la construcción del hardware, comenzando por el desarrollo electrónico del medidor de temperatura, en donde en ese entregable se muestra las conexiones del circuito eléctrico del producto. El proceso primero es soldar los cables a la baquelita, unir los puntos del circuito cruzado y por último soldar las entradas y salidas al NODEMCU V2 (Figura 3) del cual se adapta el cable USB para la salida y entrada de datos.

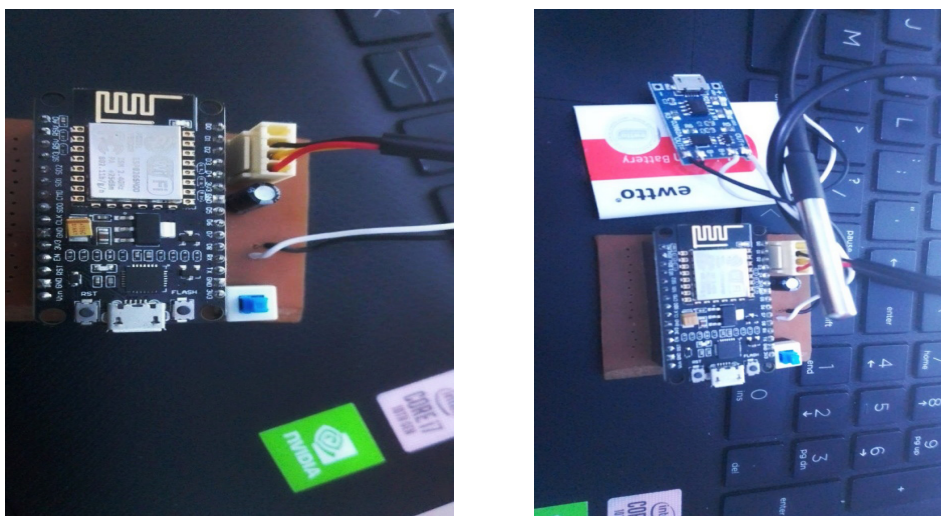


Figura 2 – Unión de puntos del circuito cruzado y soldadura de entradas y salidas al NODEMCU V2

3.4. Fase de Implementación

Esta es la fase final del producto donde se realizó la guía del funcionamiento del medidor de temperatura y la implementación de este, teniendo como función transmitir las señales eléctricas del Arduino a la plataforma virtual para que esta se muestre por pantalla y según sean los valores que se obtengan emitir o no la alerta.

Como se muestra en la Figura 3 el prototipo se implementa para medir la temperatura en niños, lo que el sensor debe estar en constante contacto con la piel, esta se coloca debajo de la axila, y capturara los datos mediante el Arduino enviando al ubidots, donde muestra los valores por pantalla, si estos valores aumentan el programa enviara una alerta indicando el alza de la temperatura.

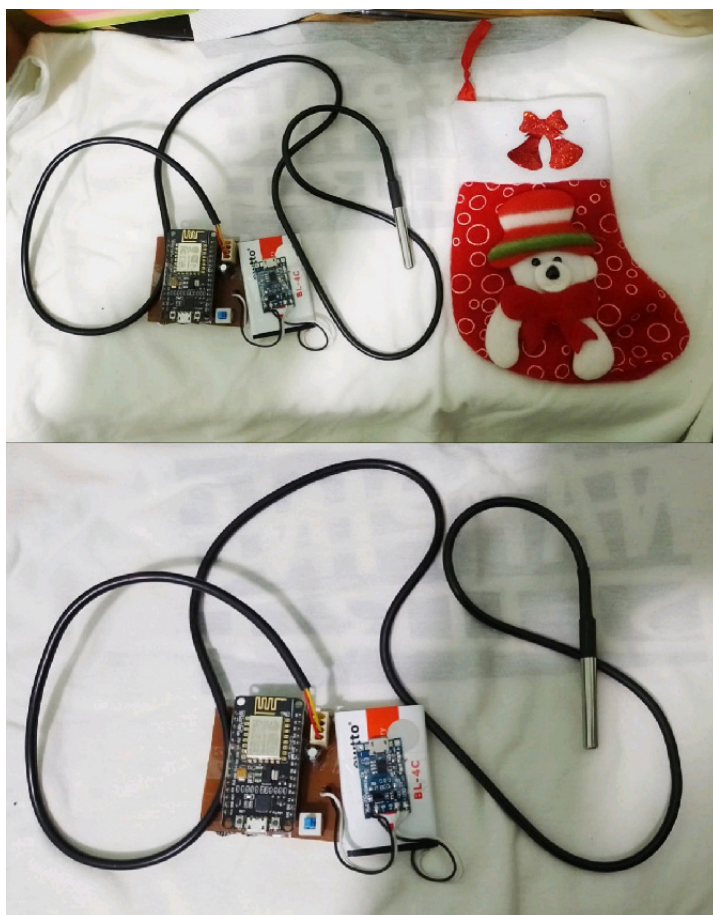


Figura 3 – Implementación

4. Resultados

Se hizo uso de un muestreo no probabilístico por conveniencia con una población de 53 registros de tomas de temperatura, a los cuales se aplicó una muestra equivalente al total de la población para la recolección de datos.

Para obtener los resultados finales con referencia a los objetivos planteados se han aplicado un antes y después de la implementación, de esta manera se identificaron las mejoras a raíz del uso del internet de las cosas. A continuación, se presenta los resultados obtenidos por cada indicador:

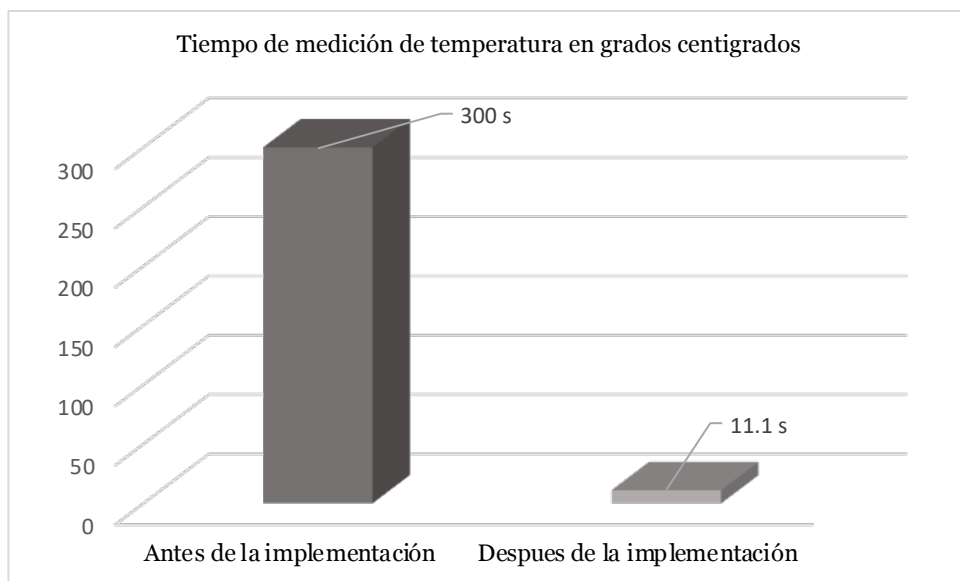


Figura 6 – Antes y Después del tiempo de medición de temperatura en grados centígrados.

Análisis descriptivo: En la figura 6, el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C), evidencio una diferencia en el tiempo de control de temperatura antes de la implementación, donde se obtuvo un tiempo de espera una media de 300 segundos equivalentes a 5 minutos en el control de temperatura antes, mientras que, después de la implementación se obtuvo un tiempo de espera una media de 11.1 segundos en el control de temperatura, como se observa existe una diferencia de 288.9 segundos equivalentes a 4 minutos, de esta manera se puede cumplir que el uso del sistema de internet de las cosas disminuye el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados.

Análisis inferencial: Para la prueba de normalidad se plantearon las siguientes hipótesis:

- H_0 : Los datos se distribuyen de manera normal ($p < \alpha$) y se utiliza T-Student.
- H_1 : Los datos no se distribuyen de manera normal ($p \geq \alpha$) se utiliza U de Mann Whitney.

Como resultado de la prueba, se obtuvo un Sig. de 0 en lo cual es menor que 0.05. Esto indicó que los datos no siguen una distribución normal, este es el motivo por el cual se realizó la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney. Por consiguiente, al resultado de la contratación de hipótesis, se utilizó la prueba U de Mann Whitney, de modo que, según los datos no paramétricos.

Estadísticos de prueba	
Total de diagnósticos de temperatura en niños.	
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	630,000
Z	-8,948
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Variable de agrupación: Grupo	

Tabla 3 – Prueba Z, tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).

La estimación de Z fue de -8,948, así como p (Sig.) <0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa con un 95% de confianza y el valor Z= -8,948, por lo tanto, el sistema inteligente disminuye el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).

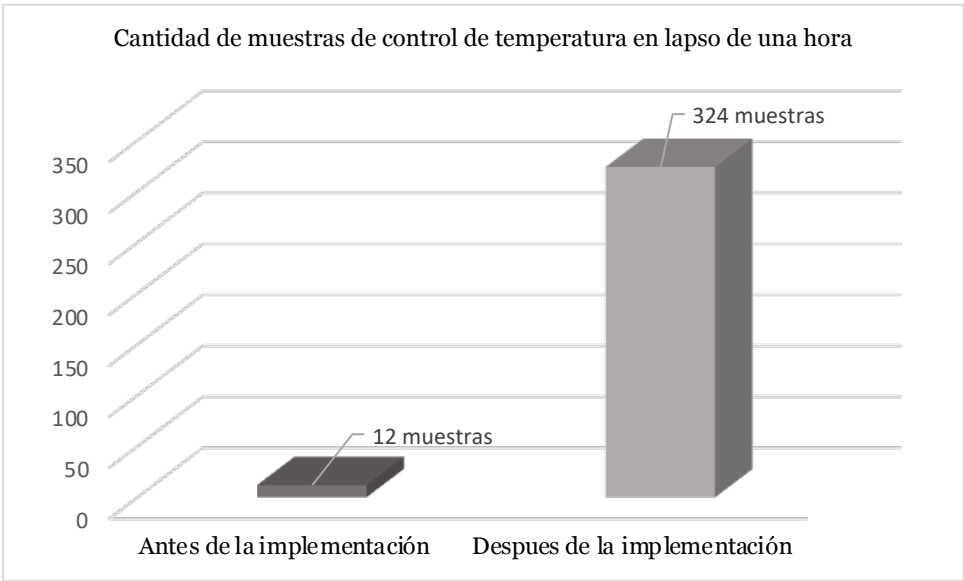


Figura 7 – Antes y Después de la cantidad de muestras de control de temperatura en el lapso de una hora.

Análisis descriptivo: En la figura 7, la cantidad de muestras de control de temperatura, se observa que existe una diferencia de la precisión en la cantidad de muestras de control de temperatura antes de la implementación, donde se obtuvo 12 muestras equivalentes a 3.47% en la cantidad de temperatura antes, mientras que después de la implementación se obtuvo 324 muestras equivalentes a 96.43%, como se observa existe una diferencia de 312 muestras equivalentes a 92.96%, de esta manera se puede cumplir que el uso

del sistema de internet de las cosas incrementa la cantidad de muestras de control de temperatura en lapso de una hora.

Análisis inferencial: Para la prueba de normalidad se plantearon las siguientes hipótesis:

- H_0 : Los datos se distribuyen de manera normal ($p < \alpha$) y se utiliza T-Student.
- H_1 : Los datos no se distribuyen de manera normal ($p \geq \alpha$) se utiliza U de Mann Whitney.

Como resultado de la prueba, se obtuvo un Sig. de 0,153 en lo cual es mayor que 0.05. Esto indicó que los datos siguen una distribución normal, este es el motivo por el cual se realizó la prueba paramétrica de T-Student. Por consiguiente, al resultado de la contratación de hipótesis, se utilizó la prueba T-Student, de modo que, según los datos obtenidos durante la investigación en el antes y después de la implementación son paramétricos. Dado que el resultado p (Sig.) > 0.005 , se acepta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa con un 95% de confianza y el valor $T = 0,802$, por lo tanto, el sistema inteligente no incrementa la precisión de la cantidad de muestras de control de temperatura.

5. Discusiones

Con respecto a los resultados obtenidos con anterioridad, se observa que la precisión de las medidas obtenidas ha tenido un incremento significativo, así mismo la reducción del tiempo para la obtención de los datos de la toma de temperatura, siendo disminuido sustancialmente después de la implementación del sistema de internet de las cosas para controlar la temperatura en niños de 0 a 10 en el Hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo.

Con respecto al primer indicador, el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados, se obtuvo un valor antes de implementar de 300 segundos y después de implementar de 11 segundos, el cual se evidenció una disminución de 289 segundos en el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados al implementar el sistema de internet de las cosas, estos resultados son similares al estudio realizado por Pavón en el año 2016, que demostró una reducción de 23 segundos en el tiempo que tarda el sensor que detecta temperatura entre -55°C a $+150^{\circ}\text{C}$. Según Viteri (2016), el sistema de internet de las cosas es muy eficiente y es capaz de interactuar y adquirir conocimientos, además explica que ayuda en la disminución del tiempo de medición de temperatura, obteniendo resultados exactos.

Con respecto al segundo indicador, la cantidad de muestras de control de temperaturas, se obtuvo un valor en antes de implementar de 12 muestras y después de implementar de 324 muestras, lo que evidencia un incremento de 312 muestras en cantidad de muestras de control de temperaturas al implementar el sistema de internet de las cosas, estos resultados son similares al estudio realizado por Haro en el año 2017, que demostró un incremento de 68% en muestras para diagnóstico de fiebre. Según Caro & Vargas (2019), el ser humano es de temperatura constante por contar con un mecanismo regulador, está es el resultado obtenido equilibradamente entre la producción de calor y su eliminación.

Con respecto al tiempo y uso de recursos, tenemos que al obtener los datos en tiempo real y de manera continua, no se solicita el apoyo del personal a cargo para la toma de temperatura, así mismo, se hace uso de un solo recurso que es el sistema de internet de las cosas para controlar la temperatura en niños de 0 a 10 en el Hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo.

6. Conclusiones

En conclusión, se incrementó el nivel de eficiencia en el control de la temperatura en niños de 0 a 10 años en el Hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo, así mismo se optimizó este proceso sin obstaculizar el desarrollo de actividades de cada enfermera a cargo; por el contrario, se resumió este proceso a la monitorización a través de la PC.

Se determinó que existe un decremento en relación al tiempo de espera para la medición de la temperatura en los niños de 0 a 10 años, implementando un sistema basado en el internet de las cosas, siendo los datos mostrados antes de la implementación de éste, un total de 5 min el tiempo requerido para la toma de temperatura, y para posterior a la implementación tomando un tiempo de 2 segundos, teniendo un resultado según la fórmula una reducción del tiempo inicial en un 98% para la toma de temperatura.

Se determinó que existe un incremento en la relación de tiempo y obtención de muestra de temperatura corporal en los niños de 0 a 10 años, implementando un sistema basado en el internet de las cosas, siendo los datos mostrados antes de la implementación de éste, un rango de 5 minutos entre cada muestra, para después de la implementación el incremento de las muestras obtenidas con precisión aumenta en un rango de 1 cada 11 segundos, lo que para la fórmula sería un incremento de un 300% para el control de la temperatura.

Referencias

- Alva, J. & Alcorta, N. (2020). SISTEMASEMBEBIDOS-Guía metodológica para su desarrollo. Diciembre 19, 2021. Sitio web: <https://static.upao.info/descargas/78a608f43f7702198f00faee981db7a3a84c4f8c76d77c8de61bfo8dbab5b581514ea884149f697630e093afcdca9237549aca26fadd34bdd95cac8ead2db981/sistemas-embbebidos--guia-metodologica-para-su-desarrollo.pdf>
- Calvo, C. & De Ceano-vivas, M., (2017). Fiebre sin foco en lactantes menores de 3 meses. ¿Qué hay de nuevo? *Anales de Pediatría*, vol. 87, no. 1, pp. 1-2. ISSN 1695-4033. DOI 10.1016/j.anpedi.2017.02.013.
- Cárdenas, M., Paredes, G. & Riega, P. (2019). La mortalidad neonatal: un reto para el país y la universidad. Julio 11, 2021. Sitio web: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832019000300001.
- Chemes, C. (2008). LA ENFERMERA Y LA VALORACION DE LOS SIGNOS VITALES. Julio 11, 2021. Sitio web: http://www.eue.unt.edu.ar/images/stories/2015/pdf/enfermeria/quirurgica/Valoracion_Signos_Vitales.pdf.

- Escobar, A. (2017). La fiebre en el niño: una mirada reflexiva a las prácticas de cuidado. *Avances en Enfermería*, vol. 35, no. 3, pp. 333-344. ISSN 2346-0261. [https:// doi.org/10.15446/av.enferm.v35n3.54848](https://doi.org/10.15446/av.enferm.v35n3.54848).
- Fernández, F. (2015). *Arduino Libro de Proyectos.*, pp. 175.
- Gutiérrez, J., Castellanos, E., García, H., García, E., Padilla, H., Pérez, D., Plascencia, A., Vargas, R., yanowsky, G. & Zepeda, L. (2019). *Manual de neonatología*. Sitio web: https://www.cucs.udg.mx/sites/default/files/libros/neonatalogia_2019_con_forros.pdf.
- Macías, H. (2020). Manejo del neonato sospechoso e infectado de COVID-19 en la UCIN. *Acta Pediátrica de México*, vol. 41, no. 4S1, pp. 101. ISSN 2395-8235, 0186-2391. [https:// doi.org/10.18233/APM41No4S1ppS101-S1082050](https://doi.org/10.18233/APM41No4S1ppS101-S1082050).
- Mazzoleni, J., Rolón, J., Portillo, J.C., Sequera, G., Veiluva, P., Royg, D. y Rodríguez, H. (2020). CORONAVIRUS COVID-19 Manejo Clínico en Pediatría. Julio 11, 2021. Sitio web: <https://www.msps.gov.py/dependencias/portal/adjunto/850c83-COVID19ManejoenPediatria25.03.2020.pdf>.
- Mesa, F. (2019). Monitorización de un bebé mediante sensores. , pp. 104.
- MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ (2020). Guía de Práctica Clínica de Diagnóstico y Manejo de la Fiebre en el Paciente Pediátrico. *Children*, vol. 4, no. 9, pp. 81. ISSN 2227-9067. [https:// doi.org/10.3390/children4090081](https://doi.org/10.3390/children4090081).
- Pavón, M. (2016). Análisis e implementación de un sistema en la plataforma Arduino y Android para obtener constantes vitales orientado a personas con diabetes tipo I., pp. 161.
- Rose, K., Eldridge, S. y Chapin, L. (2015). LA INTERNET DE LAS COSAS— UNA BREVE RESEÑA. , pp. 83.
- Salas, S. (2015). *Todo sobre sistemas embebidos*. Diciembre 19, 2021]. ISBN 978-612-318-033-1. Sitio web: <http://hdl.handle.net/10757/579143>.
- Viteri, M. (2016). Conocimientos de los cuidadores en relación al manejo y diagnóstico de la fiebre y factores asociados en los niños de 3 a 36 meses, en el servicio de emergencia del hospital «vicente corral moscoso», CUENCA. pp. 57.

La simulación computacional del ecosistema social Entorno Laboral-Escuela

María del Consuelo Salgado Soto¹, Margarita Ramírez Ramírez¹,
Esperanza Manrique Rojas¹, Susana Murillo Barajas¹

csalgado@uabc.edu.mx; maguiram@uabc.edu.mx; esmanrique@uabc.edu.mx;
susana.murillo@uabc.edu.mx

¹ Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, Baja California, México.

Pages: 296-306

Resumen: En este trabajo se presenta la primera versión de un simulador social realizado en un software dedicado al modelado de entornos multiagentes; para representar el ambiente Laboral-Escuela e identificar patrones y el surgimiento de situaciones emergentes que permitan definir estrategias de mejora y fortalecimiento del proceso educativo en ese nivel, a la vez adecuar las capacidades de los estudiantes en el Entorno Escolar para hacer frente en un momento determinado a las exigencias y requerimientos del mercado laboral, que este como un sistema es dinámico, se reorganiza constantemente y evoluciona; en la simulación computacional se puede observar las interacciones individuales del estudiante en el ambiente y como este ingresa al ambiente laboral, también se representan los procesos de adaptación, autoorganización y emergencia con la interacción de los agentes en el entorno abierto y dinámico debido al constante intercambio de información.

Palabras-clave: Simulación computacional, complejidad, sistemas, agentes.

Computational simulation of the social ecosystem Work-School Environment

Abstract: In this paper presents the first version of a social simulator carried out in software dedicated to modeling multi-agent environments to represent the Work-School environment and identify patterns and the emergence of emerging situations that allow defining strategies to improve and strengthen the educational process at that level at the same time adapting the capacities of the students in the School Environment to face at a specific moment the demands and requirements of the labor market, which as a system is dynamic, constantly reorganizes and evolves; in the computational simulation it is possible to observe the individual interactions of the student in the school environment and how he enters the work environment; the processes of adaptation, self-organization and emergence are represented with the interaction of the agents in the open and dynamic environment due to the constant exchange of information.

Keywords: Systems, Computational simulation, complexity, agents.

1. Introducción

Una realidad puede entenderse a través del resultado de combinar la simulación computacional y el análisis desde la perspectiva de la complejidad, que esto permitiría establecer patrones o detectar comportamientos en un entorno artificial así obtener información para convertirla en conocimiento a fin de atender escenarios o detectar situaciones que intervendrían de manera positiva o negativa en el cumplimiento de objetivos establecidos.

El desarrollo de este proyecto es atendido desde el enfoque de la complejidad, debido a que se necesita observar desde un punto de vista que no sea causa-efecto, sino que sea desde una visión holística para su comprensión y entendimiento.

Desde esta visión, se considera a un suprasistema donde se presenta la problemática, que es el ubicado en un entorno o ecosistema integrado por el sistema entorno laboral y el sistema entorno escolar universitario, entiéndase por subsistemas de ese entorno.

Cada uno de esos subsistemas actúan de manera independiente, pero a la vez derivando o dependiendo de cada uno de ellos, la lucha por ingresar al mercado laboral donde es la realidad que enfrentan los alumnos o futuros profesionistas al querer tener una oportunidad; y por otra parte del entorno laboral es el que requiere de profesionales capacitados y habilidades para cubrir necesidades en un momento determinado, ver figura 1.

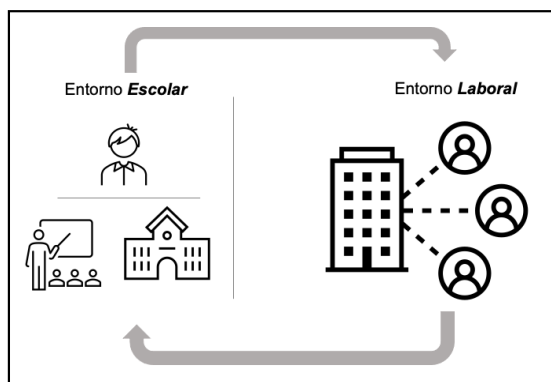


Figura 1 – Relación entre los entornos. Fuente: Elaboración propia.

Este es un proyecto donde se desea desarrollar e implementar un simulador social en el cual se modele una realidad artificial de un entorno universitario y laboral que se manifiesta de manera dinámica y compleja, donde se logre comprenderla y dar el apoyo del incremento de la competitividad en la educación a nivel superior en el cual se puede mostrar cómo se adapta los componentes de esa realidad a su entorno cambiante a través del comportamiento y análisis de las variables que permiten lograr dicha actividad.

Hasta ahora se ha concebido el modelo conceptual en el cual se identificaron las variables cambiantes con el tiempo, así como los parámetros que se alimentan intencionalmente con valores, para analizar el comportamiento de los componentes en el entorno que

permitiría detectar nuevos requerimientos, formas y estructuras de la complejidad y dinamismo de los sistemas; como resultado se presenta la primera versión del simulador propuesto.

2. Objetivo

Representar parte del entorno Laboral-Escolar Universitario con el simulador social de gestión del conocimiento que permita atender la discrepancia que existe entre las competencias de aprendizaje y las necesidades del entorno laboral a través de la detección de mejoras, así como el fortalecimiento de competencias.

3. Marco referencial

3.1. Sistema

Los problemas sociales son una realidad que no puede ser atendida separando sus componentes para ser estudiados de manera particular, sino debe ser concebidos como un todo, de una forma holística, es decir, como un sistema que está compuesto por elementos que se encuentran relacionados de manera armónica y cada uno tiene una función específica que logra un comportamiento que tiene un objetivo final.

Von Bertalanffy, (1989), propone que los sistemas que se presentan en todos los niveles de la realidad, esto es que todo lo que podemos observar es o forma parte de un sistema. Para estudiar a los sistemas Lara-Rosano et al, (2017) comenta que se debe emplear un enfoque holístico, transdisciplinario y dinámico donde se observe y comprenda el todo como un conjunto de elementos que están interactuando en una realidad compleja (figura 2).

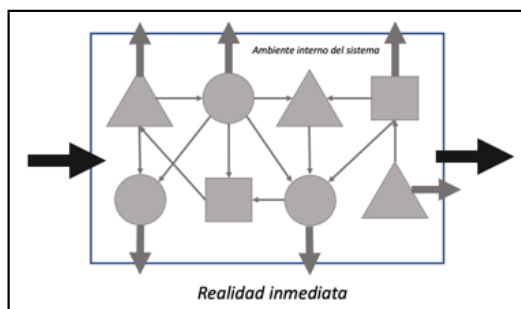


Figura 2 – Representación de un sistema. Fuente: Elaboración propia.

A la vez un sistema es parte de otro sistema, este último se conoce como suprasistema, en el cual, el comportamiento de los sistemas pequeños repercute de una gran manera en las propiedades del suprasistema.

En el caso a estudiar se concibe como un suprasistema al Entorno Laboral – Escolar Universitario que está compuesto por dos grandes, el sistemas el mercado laboral y el

de las instituciones de educación superior, que funcionan mediante las interacciones de los pequeños sistemas que los componen y, al observarse como un todo reciben entradas del entorno y generan salidas para ellos mismos o para el entorno donde actúan para el fin definido.

3.2. Complejidad

La complejidad es un paradigma en donde se conjuga la razón, emoción, ciencia, filosofía, imaginación y realidad. La complejidad normalmente es tomada como sinónimo de dificultad, puede ser considerada como algo que no puede ser codificado, lo que significa que es lo contrario de fácil, menciona Agazzi, (2002), pero Suh, (2005) expone que la complejidad es una forma la medir el entendimiento de la incertidumbre con él se pueden alcanzar los requerimientos funcionales de una realidad.

En conclusión, con la complejidad apoyada de la transdisciplinariedad se logra atender los fenómenos o problemas sociales que serán observados como un todo desde varios puntos de vista y varios niveles de una realidad.

3.3. Simulación computacional

Para el desarrollo de este proyecto se consideró a la simulación computacional basada en multiagentes debido a que ofrece experimentar en modelos artificiales con la variación de parámetros, con el fin de explorar en escenarios para detectar diferentes comportamientos y patrones. Comentan Cepeda Susamata, et al, (2017) que el modelado y la simulación desde el punto de vista de las ciencias de la complejidad puede lograr que se observe como surgen nuevas propiedades de la interacción entre un gran número de elementos que forman parte de un sistema y en ciertos momentos.

3.4. NetLogo

NetLogo es un entorno de modelado de multiagentes, programable para simular fenómenos, y escrito por Uri Wilensky en 1999. El entorno de Netlogo es adecuado para modelar sistemas complejos; permite que se le den instrucciones a un gran número de agentes independientes y permite observar, así como analizar el comportamiento particular de lo que se representa y los patrones donde se da la interacción, (Wilensky, 1999).

Este software, por sus características, permite crear modelos de manera sencilla, pero a la vez compleja, dado que facilita el desarrollo o simulación en investigaciones, en especial, la social como es el caso del ecosistema Laboral-Escolar Universitario. Las grandes ventajas para aprender a desarrollar en NetLogo, es la extensa biblioteca, las colecciones de simulaciones ya escritas y los tutoriales que permiten un aprendizaje más fácil y un entendimiento de la modelación de agentes.

4. Metodología

En la primera etapa del desarrollo de este proyecto fueron atendidas las primeras fases de la metodología propuesta como la revisión del marco de referencia, análisis del entorno y conceptualización del modelo, como se puede observar en la figura 3.

Las actividades de estas fase estaban enfocadas a la actividad de la búsqueda de fuentes de información como libros, publicaciones en revistas especializadas, así como eventos de difusión de experiencias relacionadas con la aplicación de sistemas complejos y problemas sociales, el entorno laboral y el entorno escolar universitario; después de la búsqueda, se procede al análisis para obtener la información que más se acerca explicar la situación o problemática.

En cuanto a la indagación del entorno, se analizaron el ámbito laboral para identificar la dinámica que se da en él, así como los elementos que lo componen, también se estudió el ámbito escolar universitario, identificar la dinámica que se da en él, así como los elementos que lo componen, para concluir con la relación que se da entre ellos y sus los elementos; por último, la etapa conceptualización del modelo consistió en conocer o simular la realidad, con el objetivo de empezar a definir la idea principal que será utilizada como base para orientar el diseño del modelo.

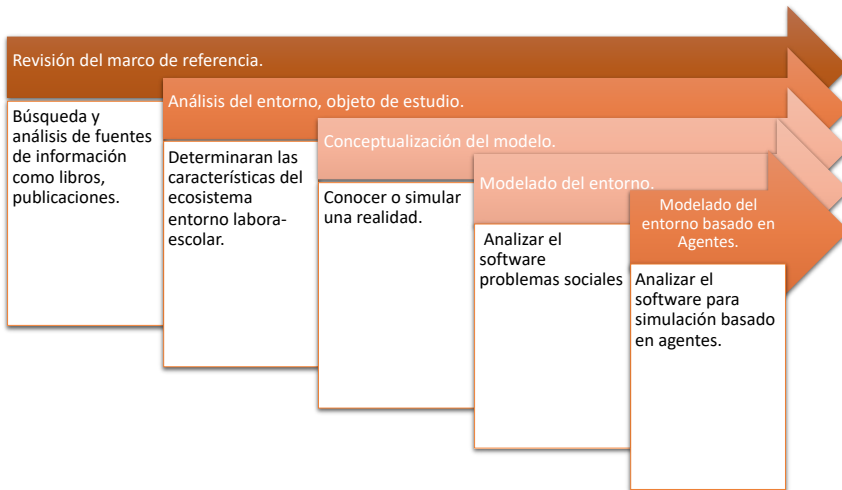


Figura 3 – Estrategia de trabajo del proyecto. Fuente: Elaboración propia

Como propone Lara-Rosano et al, (2017), las siguientes dos fases son modelado del entorno y modelado del entorno basado en agentes que indican de manera general que primero se tienen que identificar los agentes que intervienen en el entorno y como intervienen en él. Para el desarrollo de la primera versión del simulador se determinó incluir los siguientes agentes:

- Agente usuario.
- Agentes terceros involucrados.
- Agente decidor.
- Agente asesor.

Una vez identificados realizar se procede a realizar un análisis sistémico de acuerdo con el problema específico que se quiere resolver. Este análisis debe dar como resultado

la construcción del modelo conceptual, el diagnóstico del problema y planeación, y la implantación y seguimiento de la solución, ver figura 4.

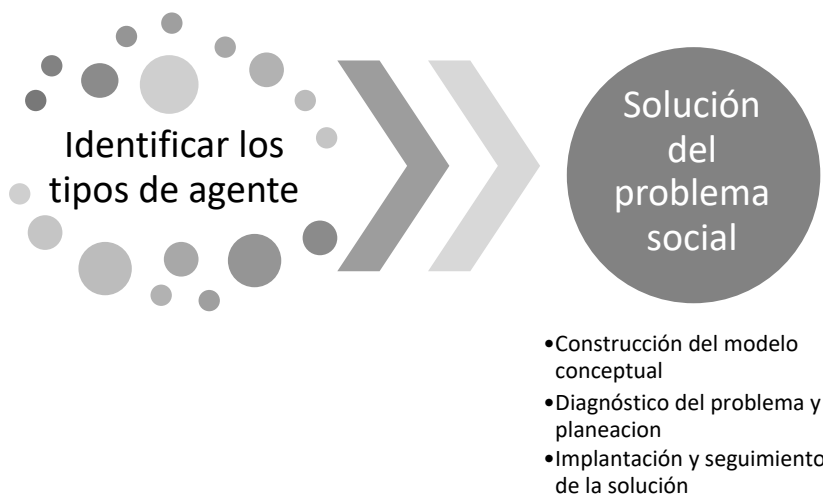


Figura 4– Metodología para resolver un problema social complejo. Fuente: elaboración propia, en base a la propuesta de Lara-Rosano et al, (2017).

5. Desarrollo y resultados

La simulación computacional basada en agentes permite explicar cómo las estructuras en un entorno surgen, con los resultados se pueden comprender, así como tratar fenómenos naturales o sociales de una manera sencilla apoyados desde la perspectiva de la teoría de la complejidad, la emergencia y la no linealidad de los fenómenos sociales (Chan, Ray y Parameswaran, 2008).

Este tipo de simulación puede ser considerada como una herramienta que actúa a través de la variación de los parámetros, además que permite probar los modelos existentes en los rangos de parámetros imposibles de alcanzar a través de la experimentación, y permite la visualización de los resultados obtenidos (Padgham, y Lambrix, 2000).

El análisis que se realizó al fenómeno social definido por el Entorno Laboral-Escolar Universitario dio como resultado a la construcción del modelo donde se definen las variables Mercado Laboral, Alumno, Docente, Plan de Estudios que son afectados de manera positiva o negativa por parámetros como las necesidades de innovación, el avance tecnológico, las políticas, el entorno familiar, gobierno, economía y la sociedad en sí, que a su vez determinan el comportamiento de este ecosistema complejo. En resumen, este análisis da como resultado la construcción del modelo conceptual, el diagnóstico del problema, la planeación, y desarrollo del simulador social.

En relación con el desarrollo del simulador se consideró a NetLogo para modelar el ecosistema Laboral-Escolar Universitario con el apoyo de agentes y variables que recibirán y proporcionarán información.

Los agentes identificados para esta propuesta fueron:

- Agente usuario que es el Alumno y las organizaciones representadas por el Entorno Laboral.
- Agentes terceros involucrados que son el Detector y Especialización.
- Agente decidor, aquí se ubica el Entorno Laboral, el Entorno Escolar Universitario
- Agente asesor, el Detector funge como asesor para colocar al Alumno en el Entorno Laboral cuando considere que cuenta con las habilidades, competencias y conocimientos necesarios.

En esta primera versión del simulador social se considera necesario conocer el comportamiento y las relaciones de ese Entorno. Para el funcionamiento del sistema se define a un parámetro principal que recibe la cantidad de alumnos que estarán formándose o preparándose profesionalmente durante cierto periodo o de tiempo en la universidad, en este caso son ocho semestres representados por las barras de colores y el efecto que tendrá será en las variables Entorno Laboral, Detector, Especialidad, Horas dedicadas, y el movimiento o avance de los alumnos en los niveles de formación universitaria, ver figura 5.

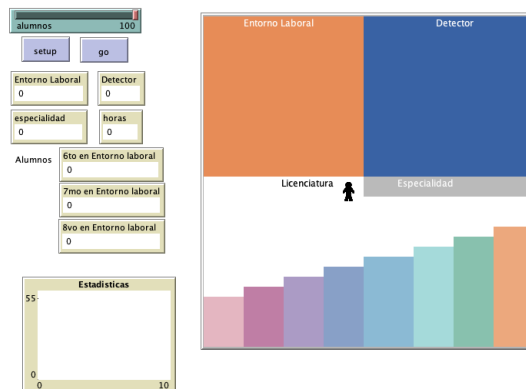


Figura 5 – Definición del parámetro. Fuente: elaboración propia en NetLogo 6.2.2.

Se simula como se comportarán los agentes en el Entorno Laboral-Escolar Universitario, donde inician la formación en una etapa básica (figura 6) para poder predecir y analizar a los Alumnos en diversas condiciones definidas a través de la simulación.

En el entorno los Alumnos van avanzando entre los semestres, al momento de llegar al sexto, considerado ya un nivel con cierto grado de madurez, conocimientos y habilidades, el intermediario llamado Detector que tiene la información del Entorno Laboral, identifica a estos alumnos para llevarlos al área reservada, como se aprecia en la Figura 7.

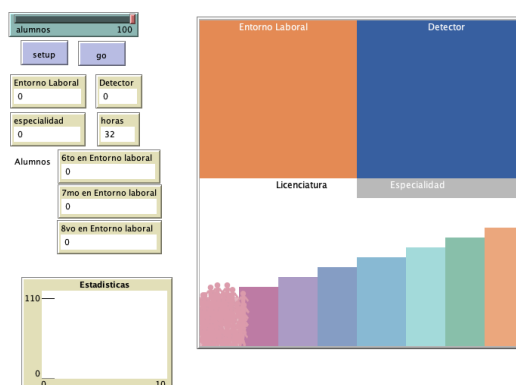


Figura 6 – Inicio de la simulación. Fuente: elaboración propia en NetLogo 6.2.2.

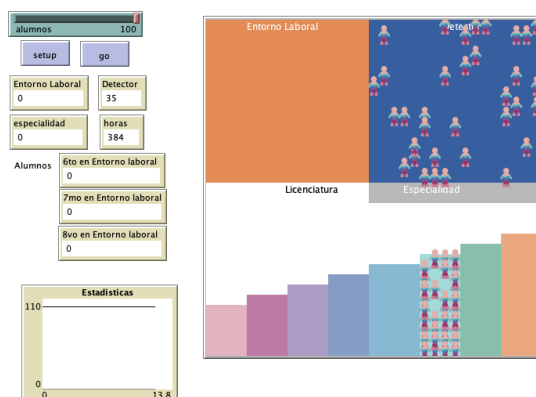


Figura 7 – Detector y el agente Alumno. Fuente: elaboración propia en NetLogo 6.2.2.

En la figura 8, se puede observar que en el Entorno Laboral ya cuenta con la presencia de los Alumnos, también que el numero en el área del Detector hay una gran cantidad de agentes que cumplen con ciertas características, y en el Entorno Escolar Universitario, los que quedan siguen avanzando en su formación, cada uno de ellos está en el entorno que le corresponde por cumplir con ciertas reglas.

En el caso de que los futuros profesionistas que recién se integran al mercado laboral y tienen áreas de oportunidad para mejorar, el agente del Entorno Laboral los envía con el Detector para que los especialice (área gris) o regresen al Entorno Escolar Universitario a continuar con su formación ya con las mejoras a las competencias de aprendizaje conforme a los requerimientos o actualizaciones que se dan en el entorno laboral (Figura 9).

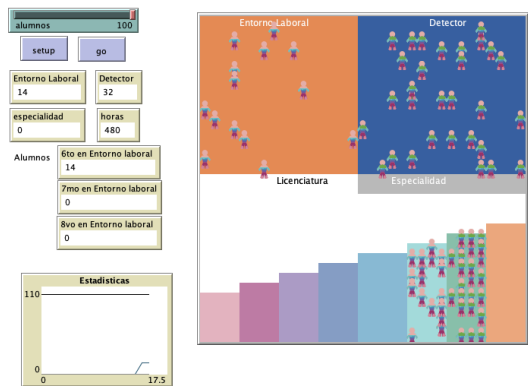


Figura 8 – Entorno Laboral activo. Fuente: elaboración propia en NetLogo 6.2.2.

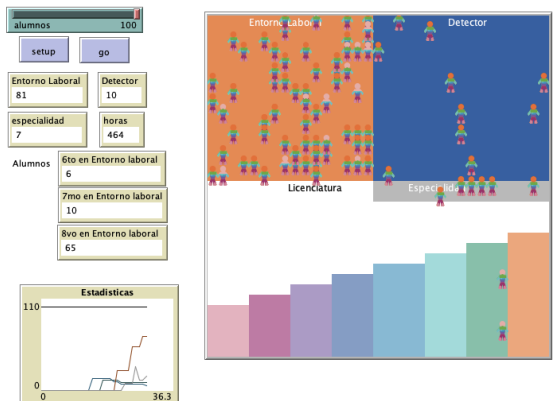


Figura 9 – Especialización o formación universitaria del Agente Alumno.
Fuente: elaboración propia en NetLogo 6.2.2.

6. Conclusiones

Con los sistemas complejos se puede representar a la realizar para definir patrones y comportamientos en un entorno definido artificialmente, tal es el caso de la versión presentada en este proyecto donde se simula a través de agentes el comportamiento en un Entorno Laboral-Escolar a nivel universitario.

La propuesta que se presenta es parte de un simulador social en el cual modela una realidad dinámica y compleja con la pretensión de dar el apoyo para incremento de del conocimiento, competencias y habilidades en la formación universitaria en el cual se puede mostrar cómo se adaptan a su entorno cambiante.

Hasta ahora se ha desarrollado la primera versión de simulador computacional basado en agentes que muestra el comportamiento de las variables que van cambiando en un

lapso dependiendo de los parámetros que son alimentados de manera intencional para analizar el comportamiento del fenómeno planteado.

Esta propuesta plantea una realidad donde el futuro profesionalista con ciertas competencias, habilidades y conocimientos proporcionadas por el entorno Escolar Universitario que desea ingresar al mercado Laboral; este otro entorno tiene niveles de exigencias y necesidades, además, tiene características de un sistema complejo como la evolución, adaptación, emergencia y reorganización que definen la relación entre ambos entornos.

Este tema en ocasiones provoca pensamientos acerca de la formación del recurso humano para las organizaciones es la realidad, y que lo ideal fuera lo contrario, que las necesidades del profesionalista se adapten a las organizaciones. Pero con el afán de atender este problema social se analizó, planteo y desarrollo la propuesta de simular este problema o fenómeno social.

7. Trabajos futuros

Como trabajo futuro se tiene planeado definir y codificar las reglas de inferencia para cada uno de los agentes así determinar la información que deben de recibir cada uno de ellos del entorno, de la comunicación entre ellos y de lo que generen los comportamientos individuales.

Continuar con el desarrollo del simulador para empezar con la identificación de los comportamientos de cada agente e ir alimentado la base de conocimiento de cada uno de ellos y las reglas de inferencia.

Analizar la información obtenida para detectar los patrones o situaciones atender la discrepancia o similitudes que existe entre las competencias de aprendizaje y las necesidades del entorno laboral a través de la detección de mejoras, así como el fortalecimiento de competencias.

Referencias

- Agazzi, E and Motecuccio (2002). Complexity and Emergence: Proceedings of the Annual Meeting of the International Academy of the Philosophy of Science, Bergamo. World Scientific. ISBN: 9812381589
- Cepeda Susatama, K. D. ., Durango Ruíz, K. A. ., & Bohórquez Arévalo, L. E. (2017). Agent-based Modeling and Simulation as an Alternative for the Study of Business Organizations. *Ingeniería Solidaria*, 13(22), 103–119. <https://doi.org/10.16925/in.v13i22.1838>
- Chan, V., Ray, P. y Parameswaran, N. (2008). “Mobile e-Health monitoring: an agent-based approach”, *IET Communications*, vol. 2, no. 2, p. 223, 2008.
- Lara-Rosano, F., Gallardo, A., & Almanza, S. (2017). Teorías, métodos y modelos para la complejidad social. Ciudad de México: COLOFÓN Ediciones Académicas.
- Padgham, L. y Lambrix, P. (2000) “Agent Capabilities: Extending BDI Theory”, American Association for Artificial Intelligence (www.aaai.org), 2000.

- Palacio Gómez, C. A., y Ochoa Jaramillo, F. L. (2011). Complejidad: una introducción. *Ciência & Saúde Coletiva* [online], 16(1), pp. 831-836. ISSN: 1678-4561. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000700014>
- Suh, N. (2005). *Complexity: Theory and Applications*. Oxford University Press. ISBN: 0195178769
- Von Bertalanffy, L. (1989). *Teoría General de los Sisemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Wegener I, (2005). *Complexity Theory: Exploring the Limits of Efficient Algorithms*. Springer Science & Business Media. ISBN: 3540210458
- Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

Análisis del comportamiento de decisión usando datos de Twitter: Una revisión de la literatura

Lucía Rivadeneira

lucia.rivadeneira@utm.edu.ec

Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Técnica de Manabí, Avenida Urbina, 130105, Portoviejo, Ecuador.

Pages: 307-321

Resumen: Este artículo proporciona una revisión sistemática usando Twitter como fuente de datos para el análisis del comportamiento de decisión en campañas electorales. Tiene un doble propósito: comprender cómo se han modelado los datos de Twitter para analizar y predecir comportamientos de usuarios; e identificar caminos para futuras investigaciones. Adopta un enfoque cualitativo para identificar y evaluar los estudios existentes y analiza las implicaciones de hallazgos para futuras investigaciones. Se realizó análisis de contenido para identificar categorías en los datos. Los resultados muestran que los estudios intentan medir y anticipar los comportamientos de los usuarios con análisis de sentimientos y modelos predictivos. Los desafíos al usar Twitter se relacionan con la selección y adecuación de datos, lo que puede estar limitando el rendimiento de los modelos. Para concluir, es necesario avanzar en el muestreo, el preprocesamiento y el análisis de datos de Twitter para una mayor comprensión del comportamiento de usuarios.

Palabras-clave: Twitter; Revisión de literatura; Comportamiento de decisión; Modelos predictivos.

Decision behaviour analysis using Twitter data: A literature review

Abstract: This paper provides a systematic review of the literature on Twitter as data source for decision behaviour analysis in electoral campaigns. It has a twofold purpose: to understand how Twitter data have been modelled to analyse and predict user behaviours; and, to identify paths for future research. It adopts a qualitative systematic review approach to identify, evaluate, and synthesize existing studies, while discussing the findings' implications for future research. Content analysis was conducted to identify categories in the data. The results show that the publications attempt to measure and anticipate user behaviours with sentiment analysis and predictive models aimed at maximising goal-seeking tasks. The paper also identifies challenges when using Twitter as source of data related to data selection and adequacy, which may be limiting the performance of Twitter-based models. To conclude, progress is needed in Twitter data sampling, pre-processing, and analysis to support further understanding of users' behaviours.

Keywords: Twitter; Literature review; Decision behaviour; Predictive modelling.

1. Introducción

Tradicionalmente, los académicos y personal en la industria han confiado en distintos enfoques para monitorear y predecir los resultados de campañas políticas. Las encuestas o entrevistas han sido los métodos dominantes de muestreo de datos y son ampliamente usados. Esto se debe a que estos aún tienen ventajas que las fuentes de datos basados en Twitter o de otras redes sociales aún no pueden igualar. Por ejemplo: los métodos tradicionales generan conjuntos de datos estructurados; en segundo lugar, el muestreo en los métodos tradicionales a menudo permite obtener datos más específicos y dirigidos para el análisis; y, en tercer lugar, los métodos tradicionales son más efectivos al discutir temas sensibles. Sin embargo, los métodos tradicionales también presentan algunas desventajas que incluyen los costos y tiempos asociados para su ejecución, son menos efectivos en sociedades con restricciones a la libertad de expresión (Reuter y Szakonyi, 2015); y existe riesgo en el sesgo de las respuestas (Kalimeri et al., 2019).

Una de las principales características distintivas de Twitter es que usuarios generan y consumen de forma continua datos. Esto significa que Twitter permite la extracción de datos en tiempo real como históricos (Brena et al., 2019). Además, esta dinámica de compartir información, pensamientos y actitudes a menudo expone los aspectos demográficos, intereses y comportamientos de los usuarios (Brena et al., 2019). A través del análisis predictivo, el contenido de Twitter se puede utilizar para medir y evaluar la efectividad de las estrategias y aumentar la ventaja competitiva sobre aquellos competidores que no utilizan esta fuente de datos (Ibrahim, Wang y Bourne, 2017). Por lo tanto, el análisis predictivo puede ayudar a diseñar estrategias de comunicación basadas en conocimiento en tiempo real. Sin embargo, Twitter presenta desafíos relacionados con los datos no estructurados que no están listos para su uso directo como insumos en los modelos, sino que necesitan ser interpretados y transformados en registros legibles para fines informáticos. Con la penetración de Internet, se espera que la atención a la analítica de datos no estructurados siga aumentando significativamente.

Este artículo tiene un doble propósito. En primer lugar, reflexionar sobre los avances en Twitter en términos de cómo se ha utilizado para analizar el comportamiento del usuario con fines predictivos. Esto se hace al discutir el estado del arte sobre Twitter. El segundo objetivo es detectar áreas para futuros estudios que puedan mejorar la funcionalidad de los modelos predictivos basados en Twitter. Aunque existe una gran cantidad de investigaciones sobre Twitter relacionado con modelos predictivos, el rendimiento de las predicciones reportadas hasta ahora indica que todavía hay un amplio margen para futuras investigaciones, quizás en la dirección de obtener una perspectiva más significativa de los datos.

El resto de este artículo se estructura de la siguiente manera. La Sección 2 describe los criterios de selección utilizados para recuperar la literatura. La Sección 3 analiza Twitter como fuente de datos para analizar el comportamiento de toma de decisiones, desglosa el proceso de análisis de Twitter e identifica los desafíos asociados con el uso de Twitter como fuente de datos. Mientras que las conclusiones y áreas para futuras investigaciones se presentan en la Sección 4.

2. Metodología

Para abordar el objetivo de este estudio, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Este enfoque es útil para sintetizar la investigación existente e identificar las brechas en las que aún es necesario realizar más investigaciones. Para seleccionar los manuscritos para su revisión, se realizó una búsqueda inicial en la base de datos de Google Académico de literatura en inglés, desde el 2007 hasta el 2019, utilizando las palabras clave “Twitter” y “*prediction*”, lo que arrojó más de 3.6 millones de resultados. Al incluir la palabra clave “*decision behaviour*”, la búsqueda se redujo a aproximadamente 450 mil resultados, pero esto incluye una gran cantidad de publicaciones relacionadas con la salud que prestan una atención limitada al desarrollo real de los modelos predictivos. Para filtrar aún más estos resultados, se combinaron de manera iterativa las palabras clave “Twitter”, “*prediction*”, “*predictive analytics*”, “*politics*”, “*predictive model*”, “*sentiment analysis*” y “*decision behaviour*”, lo que resultó en 765 publicaciones. A continuación, solo se consideraron para su examen posterior las publicaciones disponibles en las bases de datos Springer Link, Scopus, IEEE Xplore, arXiv y CiteSeer. Finalmente, se seleccionaron para su revisión publicaciones que cumplieran con dos criterios de filtrado: primero, publicaciones que se centraran en el análisis de sentimiento de Twitter, modelos predictivos de Twitter, estudios de casos sobre elecciones políticas y desafíos asociados al uso de datos de Twitter; y segundo, documentos en formato de artículos académicos, actas de conferencias y libros. Como resultado, se revisaron y consideraron para esta investigación 64 estudios, los cuales se analizaron utilizando análisis de contenido para identificar conceptos y categorías.

3. Resultados y discusión

A partir del análisis de contenido, se identificaron cinco categorías principales relacionadas con el primer objetivo del estudio, que se abordan desde la Subsección 3.1 hasta la 3.5. En cuanto al segundo objetivo, la Subsección 3.6 analiza los desafíos y las implicaciones para investigaciones futuras.

3.1. Efectos de Twitter en las decisiones de los usuarios

En el contexto político se han establecido factores que influyen en el comportamiento de voto, incluyendo ideología (Ensley, 2007; Lachat, 2008), incentivos y habilidad cognitiva para tomar decisiones racionales (Davies, 2015; Ensley, 2007), estado emocional de los votantes (Cwalina, Falkowski, y Newman, 2010), encuestas y medios de comunicación (Cwalina et al., 2010), o el acceso a información (Davies, 2015). Varios académicos afirman que la información política, particularmente la que se muestra en plataformas de redes sociales, también puede influir en el comportamiento de voto y las decisiones políticas (Cottam, Mastors, Preston, y Dietz, 2015). Sin embargo, otros académicos sostienen que las elecciones no se ven afectadas por las redes sociales y que, en cambio, estas respaldan el sesgo de confirmación (Knobloch-Westerwick, Johnson, y Westerwick, 2014; Spohr, 2017). El sesgo de confirmación se manifiesta cuando los usuarios rechazan información emergente que pueda desafiar sus creencias previas sobre la política. Los usuarios, por lo tanto, tienden a establecer conexiones sociales con usuarios de ideas afines, mientras se aíslan de aquellos con diferentes puntos de vista.

Además, la información relevante en redes sociales puede llevar a los usuarios a compartir sus opiniones y participar en las conversaciones políticas. En Twitter, esto se manifiesta en la creación de contenido, al responder o retuitear, lo que implica apoyo u oposición hacia un candidato. Por lo tanto, al crear contenido en Twitter durante una campaña electoral, además de influir en la elección del voto, es importante anticipar cómo los usuarios podrían interpretar y utilizar dicho contenido. En general, el análisis de las decisiones en la arena política es un proceso complejo y sigue siendo un desafío importante para comprender y predecir los comportamientos de los usuarios.

Además, con la creciente prevalencia de Twitter como fuente de noticias, han surgido preocupaciones sobre la influencia de usuarios falsos y la información engañosa en la política. Supuestamente, la información política ha sido manipulada para influir en el comportamiento de voto y favorecer a candidatos específicos, ya sea mediante el uso de cuentas de usuario “bots” en Twitter o mediante el acceso no autorizado hacia cuentas de terceros (Gorodnichenko, Pham y Talavera, 2018; Howard y Kollanyi, 2016). Los propósitos de estas prácticas suelen ser la manipulación de tendencias y el establecimiento de la agenda pertinente (Bradshaw y Howard, 2017; Ferrara, 2017). Estos escándalos parecerían indicar que existen fuerzas que actúan en Twitter con la capacidad de debilitar la capacidad de los usuarios para decidir libremente sobre temas políticos, como expresaron previamente Pang y Lee (2008). Sin embargo, aún no está claro cómo el entorno de las redes sociales puede confirmar o desafiar las intenciones

3.2. Usos de Twitter como fuente de datos

Los académicos y el personal de la industria han utilizado ampliamente Twitter para predecir comportamientos con la ayuda de modelos predictivos. Uno de los principales impulsos para participar en Twitter es que esta plataforma de redes sociales ofrece a los usuarios la posibilidad de difundir tweets a una audiencia más amplia dentro y fuera de sus redes. Esta característica de difusión constituye una fuente de datos útil que puede ser más efectiva para fines de marketing que otras plataformas (Baltas, Kanavos y Tsakalidis, 2016). Para lograr esto, se han aplicado diferentes estrategias, como involucrar a usuarios influyentes en la difusión de contenido o utilizar el modo de promoción de Twitter para patrocinar tweets (Younus et al., 2014). Además, existen casos en los que Twitter ha apoyado la comunicación entre organizaciones y usuarios durante momentos difíciles y situaciones de emergencia (Panagiotopoulos, Bigdeli y Sams, 2014; Vis, 2013). Los datos de Twitter han ayudado a comprender los comportamientos de los usuarios tanto para gobiernos y organizaciones, especialmente al proporcionar recursos para el manejo de estas emergencias.

3.3. Twitter en la política

Twitter se ha utilizado ampliamente para la deliberación pública y política sobre temas de interés común. Ha cambiado estratégicamente la forma en que los políticos occidentales y algunos orientales llevan a cabo sus campañas y cómo interactúan con otros usuarios, haciéndolos más responsables y accesibles. Por ejemplo, los políticos utilizan Twitter como plataforma para interactuar con los usuarios,

adaptar los mensajes en función del público objetivo, evaluar la opinión pública y también buscar la simpatía de los usuarios (Fountaine, 2017). En la actualidad, los políticos valoran la importancia de establecer su presencia en Twitter, al tiempo que consideran cuidadosamente la imagen que desean proyectar a los demás (Gulati y Williams, 2015). También puede ser beneficioso en relación con cómo reaccionar durante momentos controvertidos o cuando la imagen predominante de los candidatos es negativa.

Además, Twitter ha funcionado como una plataforma de movilización social en todo el mundo con fines de protesta, incluso cuando los regímenes han intentado controlar o censurar la información. La participación política se ha organizado a través de Twitter al proporcionar y difundir información en tiempo real y gestionar la logística de las protestas. Ejemplos destacados son la Primavera Árabe en Túnez y Egipto (Tufekci y Wilson, 2012) o el movimiento *Occupy Wall Street* en Estados Unidos (Juris, 2012). Lo que estas movilizaciones tienen en común es el uso de Twitter como plataforma para organizar y reclamar acciones, a pesar de un contexto en el que sus gobiernos habían socavado sus demandas y los medios de comunicación tradicionales les habían brindado una cobertura deficiente.

3.4. ¿Qué hay más allá del análisis de los datos de Twitter?

A pesar de la popularidad de Twitter, se ha prestado poca atención a cómo influye en los comportamientos de los usuarios. Algunos estudios se centran en la forma en que los usuarios influyentes difunden el “boca a boca electrónico” (eWOM). Sin embargo, la capacidad de influir se ha determinado mediante métricas como el número de publicaciones o seguidores, el número de respuestas o el número de veces que se comparte un contenido (Fan y Gordon, 2014; Jin y Phua, 2014). Se cree que estas métricas son un indicador de la capacidad para influir en el comportamiento en las redes sociales (Vatrapu et al., 2015). Sin embargo, como afirman Zhang et al. (2015), la influencia no se puede reducir a estas medidas, especialmente cuando el número de seguidores o usuarios que retuitean contenido no necesariamente se traduce en apoyo de los usuarios.

Además, adaptar el contenido en función del público objetivo es otro desafío para los promotores al intentar difundir el eWOM. Investigaciones anteriores se han centrado en identificar los factores que determinan el volumen probable de retuiteos. Tradicionalmente, esto ha implicado el uso de métricas observables en los tweets para el desarrollo de modelos predictivos (Jose y Chooralil, 2015; Nesi, Pantaleo, Paoli y Zaza, 2018). Sin embargo, más allá de estas métricas, es probable que los modelos predictivos se beneficien en gran medida de un análisis cualitativo del contenido para obtener una comprensión más profunda de los datos. Y, aunque los enfoques y aplicaciones para el análisis de sentimiento del contenido proporcionan una indicación de la satisfacción de los usuarios basada en la positividad y negatividad de los tweets, brindan poca comprensión de lo que los usuarios valoran más. Esto significa que el análisis de sentimientos por sí solo no es una herramienta prescriptiva, para lo cual a menudo se requiere un análisis adicional para intentar acciones más enfocadas (Moghaddam, 2015). Para llenar esta brecha, se han aplicado diferentes modelos predictivos cuando se necesita un análisis e interpretación más profundo.

3.5. Desglosando el análisis de Twitter

El objetivo del análisis de Twitter es a menudo medir y aumentar el impacto del contenido en Twitter. Para el desarrollo de modelos predictivos, el proceso generalmente comienza extrayendo tweets de Twitter, que luego se transformarán en un formato legible para los modelos predictivos utilizando enfoques de preprocesamiento. Luego, los datos se analizan y se modelan para desarrollar los modelos predictivos.

3.5.1. Muestreando Twitter

Desde el contexto de Twitter, el muestreo de datos se refiere al proceso de seleccionar un subconjunto de tweets o usuarios para ser analizados o utilizados en el desarrollo de modelos predictivos. Tradicionalmente, los criterios de selección para el muestreo de Twitter se han centrado principalmente en dos perspectivas: basada en el contenido y centrada en el usuario (Aghababaei y Makrehchi, 2017). La primera se basa en el uso de palabras clave o hashtags para recopilar tweets, mientras que la segunda se enfoca en elegir usuarios específicos de las redes, quienes a menudo tienen un alto número de seguidores y son percibidos como expertos en diferentes campos. El muestreo basado en el contenido es útil cuando se busca extraer contenido de diferentes usuarios en relación con un evento de interés (Aghababaei y Makrehchi, 2015), mientras que el muestreo centrado en el usuario es útil para descubrir patrones nuevos y significativos en los datos (Chepurna, Aghababaei y Makrehchi, 2015). El muestreo centrado en el usuario generalmente se percibe como un enfoque más efectivo para la detección de noticias de última hora que el muestreo basado en el contenido.

Definir los criterios de muestreo es una parte importante del desarrollo de modelos predictivos. Sin embargo, la literatura sobre Twitter indica que este proceso de muestreo, en lugar de basarse en pautas desarrolladas empíricamente, se ha llevado a cabo principalmente de forma intuitiva y sin una justificación clara. En este sentido, los académicos pueden encontrarse en dilemas sobre qué palabras clave o usuarios son importantes para fines de muestreo. También existe incertidumbre sobre cómo los tweets relevantes que se ignoran en el proceso de muestreo pueden afectar las predicciones. Por otro lado, ¿qué sucede cuando se incluyen tweets que no son relevantes para el estudio de caso simplemente porque satisfacen las palabras clave? Hasta ahora, se ha prestado muy poca atención a todo el proceso de muestreo. Una rara excepción es el trabajo de Jain y Kumar (2017) sobre cómo extraer información clave para el modelado predictivo.

Además, poco se ha estudiado de qué constituye un período o duración adecuados de extracción de datos para fines de modelado predictivo. Aparentemente, este aspecto se ha abordado, en la mayoría de los casos, de manera intuitiva (Birmingham y Smeaton, 2011; Ramteke, Shah, Godhia y Shaikh, 2016). Del mismo modo, no se ha abordado a fondo cómo el tamaño de la muestra, en términos del número de tweets, influye en el rendimiento de los modelos predictivos. Por este motivo, es necesario analizar si abordar las preguntas anteriores podría aumentar la capacidad del modelado predictivo.

3.5.2. Pre-procesamiento

Debido a la naturaleza de los datos no estructurados de Twitter, la presencia de ruido e incompletitud genera una gran cantidad de complejidad al intentar desarrollar modelos

predictivos (Hu, Wen, Chua y Li, 2014), ya que pueden afectar el rendimiento de los algoritmos clasificadores. El ruido se define como la generación de contenido que no es relevante para el estudio de caso y se refiere a aquellos tweets que son generados y distribuidos por cuentas falsas, bots y spam (Sprenger, Sandner, Tumasjan y Welp, 2014). Se cree que el ruido aumenta la dimensionalidad del texto (Haddi, Liu y Shi, 2013). Por otro lado, la incompletitud se refiere a la presencia de contenido poco estructurado (Zhao, Gui y Zhang, 2018), lo cual adquiere más relevancia en el caso de Twitter debido a la limitación de caracteres. Ejemplos de incompletitud son el uso de abreviaturas, variaciones gramaticales o jerga.

Para reducir el ruido y la dimensionalidad, se han aplicado enfoques de preprocesamiento para limpiar los conjuntos de datos antes del proceso de modelado. El preprocesamiento involucra varias subetapas, como la eliminación de espacios extras en blanco, números o palabras vacías. También implica la extracción de vectores de características con el objetivo de hacer que los datos sean legibles antes de la implementación de los modelos. Han surgido varias técnicas con este propósito, como la aplicación de tokens, n-gramas o el etiquetado de partes del discurso. La construcción de la extracción de características influye en el rendimiento general de un algoritmo clasificador (Bhadane, Dalal y Doshi, 2015; Ruba y Venkatesan, 2015), y puede ser diseñada y personalizada en función de los datos y los requisitos.

Al realizar el preprocesamiento de los tweets, algunas de sus características han sido objeto de procesos de transformación. Por ejemplo, se ha aplicado la sustitución de emoticones por palabras equivalentes para construir modelos predictivos, pero otras características como los hashtags, enlaces y menciones generalmente se han descartado de los conjuntos de datos o se han minimizado en el análisis, argumentando que contribuyen al ruido (Jain y Jain, 2019). Sin embargo, estas características son muy populares entre los usuarios de Twitter porque pueden proporcionar ventajas en términos de mayor visibilidad, aumento de la interacción y atención de los usuarios, generación de eWOM positivo y atracción de más seguidores (Ince, Rojas y Davis, 2017). Por lo tanto, la afirmación de que estas características no aportan valor para el análisis predictivo no parece estar basada en hechos. En este sentido, aún existen oportunidades para seguir mejorando el modelado de clasificación, ya sea mediante el enfoque en el análisis cualitativo, lo que permitiría a los promotores comprender de manera más profunda qué está influyendo en el comportamiento de los usuarios en función de la información que consumen en Twitter.

3.5.3. ¿Qué herramientas analíticas se pueden usar en Twitter?

La aplicación de modelos de predictivos de clasificación es una de las herramientas analíticas más utilizadas por académicos. La clasificación se refiere al proceso de predecir una clase basándose en un conjunto de variables conectadas. Este enfoque ha demostrado precisión en la determinación de la polarización de sentimientos, en la clasificación de la afiliación política y pertenencia a partidos de los usuarios (Pennacchiotti y Popescu, 2011; Preoțiuc-Pietro, Liu, Hopkins y Ungar, 2017).

Twitter se ha utilizado ampliamente para detectar sentimientos en una amplia gama de situaciones y determinar, en general, los sentimientos de los usuarios hacia productos, servicios o usuarios. El análisis de sentimientos, también conocido como

minería de opiniones, se describe como el proceso de identificar y clasificar el texto en diferentes clases de polaridad según el sentimiento detectado, y puede combinar el uso de procesamiento del lenguaje natural con enfoques de aprendizaje automático. Esta clasificación se puede realizar utilizando tanto sentimientos binarios, como “positivo” y “negativo”, como sentimientos de varias clases, que incluyen “neutral” o niveles de calificación de sentimiento más extremos.

La construcción de modelos predictivos de clasificación utilizando Twitter comienza extrayendo los tweets. Los datos se pueden obtener descargando conjuntos de datos preexistentes o creando nuevos utilizando palabras clave. Si se opta por esta última opción, la extracción de datos se puede realizar utilizando la API de Twitter *Streaming* y *Search*, en conjunto con algún software estadístico como R Core Team (2013). Luego, se aplica la etapa de preprocesamiento de datos para transformar los datos en un formato legible.

Un componente crítico para desarrollar modelos de análisis de sentimientos es la disponibilidad de corpora etiquetados para clasificar los sentimientos. Existen diferentes corpora preestablecidos en inglés disponibles para su aplicación en el análisis de sentimientos, como el *Bing Liu Opinion Lexicon* (Hu & Liu, 2004), *SentiWordNet* (Baccianella, Esuli, & Sebastiani, 2010), *Vader Lexicon* (Hutto & Gilbert, 2014), basado en emoticones (Pak & Paroubek, 2010), o *SentiWS Lexicon* (Remus, Quasthoff, & Heyer, 2010). Sin embargo, surge una limitación importante cuando hay una disponibilidad limitada para desarrollar el clasificador de sentimientos, especialmente cuando se trabaja en idiomas que no son inglés, porque el desarrollo de un corpus etiquetado puede ser lento y costoso debido al voluminoso contenido que se encuentra en Twitter (Wicaksono et al., 2014). Algunos estudios han traducido texto de otros idiomas al inglés para poder utilizar diccionarios preexistentes y construir un clasificador (Abdalla & Hirst, 2017; Araujo, Reis, Pereira, & Benevenuto, 2016). Sin embargo, la calidad de la traducción puede verse afectada durante este proceso, alterando el sentimiento general del texto y agregando ruido a los datos.

En ausencia de corpora sólidos para realizar análisis de sentimientos, un enfoque alternativo es utilizar proveedores de análisis de sentimientos. Esta alternativa también es valiosa cuando los usuarios no están familiarizados con habilidades de programación pertinentes. Estos proveedores permiten a los usuarios finales realizar análisis de sentimientos a través de sus API o herramientas de complemento, al tiempo que permiten a sus clientes personalizar diccionarios para adaptarse a contextos locales. Ejemplos de proveedores comerciales incluyen *Semantria* o *MeaningCloudTM*. También hay herramientas de código abierto disponibles, como *GATE* desarrollado por la Universidad de Sheffield o el Stanford Sentiment Analysis Module de la Universidad de Stanford.

3.6.Desafíos del uso de los datos de Twitter y camino para futuras investigaciones

Quizás uno de los desafíos más relevantes al utilizar datos de Twitter es la consideración de la privacidad del usuario. Con el objetivo de proteger los derechos de los usuarios de la Unión Europea (UE) y el Espacio Económico Europeo (EEE), y proporcionar una regulación para las empresas internacionales en cuanto a la transparencia del uso de datos en línea, en mayo de 2018 se implementó el Reglamento General de Protección

de Datos (RGPD). Esto significa que los usuarios son conscientes de cómo se utilizan, procesan, analizan y con qué fines sus datos personales, incluso fuera de las áreas de la UE y elEEE. La necesidad de esta regulación se explica porque las empresas han utilizado datos en el pasado sin el consentimiento de los usuarios (Persily, 2017; Punit, 2018). Sin embargo, en el caso de las plataformas de redes sociales, el consentimiento relacionado con la extracción y análisis de datos se otorga cuando los usuarios aceptan los términos y condiciones de uso.

Desde el punto de vista metodológico, surge la crítica debido a la restricción de la API de búsqueda de Twitter al extraer tweets a una fuente externa, ya que solo permite obtener los 3200 tweets más recientes cada vez. Esto puede limitar el volumen de muestreo. El muestreo de datos utilizando el paquete estándar, que no tiene costo alguno, se enfoca en la relevancia y no en la completitud, lo que significa que, en función de una consulta específica para la extracción de datos, no se extraerán todos los tweets. Además, existe otra limitación en que la API de búsqueda de Twitter permite a los usuarios recuperar tweets producidos no más de una semana antes. Sin embargo, si se necesita completitud, Twitter proporciona servicios de API premium y empresarial a un costo, según las necesidades del usuario.

También se ha criticado la presencia de noticias y cuentas falsas, o la creación de bots y troles, que tienen como objetivo engañar a los usuarios. Trabajos anteriores se han centrado en el uso de métodos automáticos de detección para identificar noticias y cuentas falsas (Spohr, 2017; Wang, 2017), porque se cree que estos tienen influencia en el mundo offline (Cresci et al., 2015; Gupta, Lamba y Kumaraguru, 2013), y también influir en el comportamiento de los usuarios. Por ejemplo, en política se afirma que, durante las elecciones presidenciales de Estados Unidos en 2016, el gobierno ruso utilizó troles para difundir información falsa y engañar a los usuarios de las redes sociales. Sin embargo, aún falta evidencia suficiente para afirmar que esta interferencia influyó efectivamente en el proceso de toma de decisiones y en qué medida puede constituir una amenaza para las democracias. Por este motivo, futuras investigaciones deberían analizar cómo estas entidades pueden afectar los modelos predictivos del comportamiento de los usuarios.

Además, la representatividad ha sido discutida y debatida por académicos como una limitación, explicando que Twitter no es representativo de la población (Asher, Leston-Bandeira y Spaier, 2019; Karusala, Kumar y Arriaga, 2019). Este argumento se basa en la limitación demográfica de las redes sociales, lo que significa que puede haber exclusión de ciertos usuarios que no utilizan Twitter para discusiones públicas o que representan una desventaja para las minorías (Malik, Lamba, Nakos y Pfeffer, 2015). La representatividad de Twitter refleja que los datos pueden estar sesgados debido a las características de la población. Sin embargo, esto no siempre debe verse como una limitación, ya que, en algunos campos, como el marketing, es deseable dirigirse a un público específico según la edad, el nivel socioeconómico o el nivel educativo.

4. Conclusión

Este estudio ha identificado los usos y limitaciones de Twitter como fuente de datos para fines de modelado. En cuanto a los usos, como se evidencia en la Subsección 3.1, los datos de Twitter son usados tanto en el análisis de sentimientos como en los

modelos predictivos. El análisis de sentimientos basado en Twitter ha sido útil para identificar las opiniones de los usuarios y, en el contexto político, también para medir la participación de votos de los candidatos durante las elecciones. En cuanto al desarrollo de modelos predictivos, la aparición de Twitter ha arrojado nueva luz sobre la forma en que se pueden analizar los comportamientos de los usuarios, como se muestra en la Subsección 3.2. Twitter pone al descubierto la presencia de factores poco explorados que pueden tener un impacto en los procesos de toma de decisiones de los usuarios. En este sentido, aunque aún no se ha determinado, la literatura sugiere que diferentes tipos de elecciones están siendo influenciadas por la información que los usuarios consumen en las redes sociales a diario. Por lo tanto, identificar y comprender dichos factores puede proporcionar nuevos recursos para estrategias de marketing más enfocadas y la gestión de las relaciones con los usuarios, especialmente en el ámbito político, como se expresa en la Subsección 3.3.

En cuanto al análisis de los datos de Twitter examinado en las Subsecciones 3.4 y 3.5, se ha prestado especial atención a la debilidad de Twitter para investigar temas sensibles que dependen de datos confidenciales. En este sentido, los medios tradicionales de muestreo de datos permiten un mayor control de la privacidad de la información del usuario en comparación con Twitter, y, por lo tanto, son comúnmente utilizados por los académicos. Del mismo modo, Twitter es menos efectivo como fuente de datos en sociedades donde el nivel de penetración de Twitter y otras plataformas de redes sociales es bajo. A pesar de estas limitaciones, la literatura parece sugerir que Twitter es conveniente en cuanto a la facilidad de muestreo de datos.

La relevancia de este artículo radica en la identificación de áreas para futuras investigaciones en el uso de datos basados en Twitter para fines de modelado, como se presenta en la Subsección 3.6. Aunque el estudio de modelos predictivos utilizando Twitter ha sido abordado en años anteriores, todavía quedan varias preguntas por responder, que incluyen el problema del muestreo, las técnicas de preprocesamiento de datos, la implementación de modelos predictivos y los efectos de las noticias falsas y el contenido engañoso. Esto es especialmente relevante en asuntos políticos. De hecho, aún se debate en qué medida pueden cambiar o polarizar los comportamientos de voto de los usuarios. Dado que Twitter está remodelando los paisajes políticos, es importante continuar examinando cómo la exposición a noticias y cuentas falsas puede influir en estos aspectos del comportamiento de toma de decisiones, y determinar en qué medida pueden representar una amenaza para las sociedades democráticas.

Agradecimiento: A mis supervisores de PhD, Jian-Bo Yang y Manuel López-Ibáñez de la Universidad de Manchester, por su apoyo continuo durante mi programa.

Referencias

- Abdalla, M., & Hirst, G. (2017). Cross-lingual sentiment analysis without (good) translation. *arXiv preprint arXiv:1707.01626*.
- Aghababaei, S., & Makrehchi, M. (2015). Temporal topic inference for trend prediction. In *2015 IEEE International Conference on Data Mining Workshop* (pp. 887-884). IEEE, Atlantic City, New Jersey, US.

- Aghababaei, S., & Makrehchi, M. (2017). Activity-based Twitter sampling for content-based and user-centric prediction models. *Journal of Human-Centric Computing and Information Sciences*, 7(3), 1-20.
- Araujo, M., Reis, J., Pereira, A., & Benevenuto, F. (2016). An evaluation of machine translation for multilingual sentence-level sentiment analysis. In *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 1140-1145). ACM, Pisa, Italy.
- Asher, M., Leston-Bandeira, C., & Spaiser, V. (2019). Do parliamentary debates of e-petitions enhance public engagement with Parliament? An analysis of Twitter conversations. *Journal of Policy & Internet*, 11(2), 149-171.
- Baccianella, S., Esuli, A., & Sebastiani, F. (2010). SentiWordNet 3.0: An enhanced lexical resource for sentiment analysis and opinion mining. In *Proceedings of the 2010 Conference on Language Resource and Evaluation* (pp. 2200-2204). European Languages Resources Association, Valletta, Malta.
- Baltas, A., Kanavos, A., & Tsakalidis, A. K. (2016). An Apache Spark implementation for sentiment analysis on Twitter data. In *International Workshop of Algorithmic Aspects of Cloud Computing* (pp. 15-25). Springer, Vienna, Austria.
- Bermingham, A., & Smeaton, A. (2011). On using Twitter to monitor political sentiment and predict election results. In *Proceedings of the Workshop on Sentiment Analysis: Where AI meets Psychology* (pp. 2-10). Workshop at the International Joint Conference for Natural Language Processing. Association for Computational Linguistics, Chiang Mai, Thailand.
- Bhadane, C., Dalal, H., & Doshi, H. (2015). Sentiment analysis: Measuring opinions. *Procedia Computer Science*, 45(2015), 808-814.
- Bradshaw, S., & Howard, P. (2017). Troops, trolls and troublemakers: A global inventory of organized social media manipulation. *Oxford Internet Institute*, 12(2017), 1-37.
- Brena, G., Brambilla, M., Ceri, S., Di Giovanni, M., Pierri, F., & Ramponi, G. (2019). News sharing user behaviour on Twitter: A comprehensive data collection of news articles and social interactions. In *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media* (pp. 592-597). AAAI Press, Atlanta, US.
- Chepurna, I., Aghababaei, S., & Makrehchi, M. (2015). How to predict social trends by mining user sentiments. In *International Conference on Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling, and Prediction* (pp. 270-275). Springer, Cham, Washington, US.
- Cottam, M. L., Mastors, E., Preston, T., & Dietz, B. (2015). *Introduction to political psychology*: Routledge.
- Cresci, S., Di Pietro, R., Petrocchi, M., Spognardi, A., & Tesconi, M. (2015). Fame for sale: Efficient detection of fake Twitter followers. *Journal of Decision Support Systems*, 80(2015), 56-71.

- Cwalina, W., Falkowski, A., & Newman, B. I. (2010). Towards the development of a cross-cultural model of voter behavior: Comparative analysis of Poland and the US. *European Journal of Marketing*, 44(3-4), 351-368.
- Davies, C. (2015). GE 2015: Can electoral decision making be rational? Retrieved on April 5th, 2016 from <http://policybristol.blogs.bris.ac.uk/2015/05/07/ge-2015-can-electoral-decision-making-be-rational/>.
- Ensley, M. J. (2007). Candidate divergence, ideology, and vote choice in US Senate elections. *Journal of American Politics Research*, 35(1), 103-122.
- Fan, W., & Gordon, M. D. (2014). The power of social media analytics. *Journal of Communications of the ACM*, 57(6), 74-81.
- Ferrara, E. (2017). Disinformation and social bot operations in the run up to the 2017 French Presidential election. *Journal of First Monday*, 22(8), 1-33.
- Fountaine, S. (2017). What's not to like? A qualitative study of young women politicians' self-framing on Twitter. *Journal of Public Relations Research*, 29(5), 219-237.
- Gorodnichenko, Y., Pham, T., & Talavera, O. (2018). Social media, sentiment and public opinions: Evidence from #Brexit and #USElection: National Bureau of Economic Research.
- Gulati, G. J., & Williams, C. B. (2015). Congressional campaigns' motivations for social media adoption. In V. A. Farrar-Myers, & J. S. Vaughn (Eds.), *Controlling the message: New media in American political campaigns* (pp. 32–52). New York: NYU Press.
- Gupta, A., Lamba, H., & Kumaraguru, P. (2013). \$1.00 per RT #BostonMarathon #PrayForBoston: Analyzing fake content on Twitter. In *Proceedings of the 2013 eCrime Researchers Summit* (pp. 1-12). IEEE, Delhi, India.
- Haddi, E., Liu, X., & Shi, Y. (2013). The role of text pre-processing in sentiment analysis. *Journal of Procedia Computer Science*, 17(2013), 26-32.
- Howard, P. N., & Kollanyi, B. (2016). Bots, #StrongerIn, and #Brexit: Computational propaganda during the UK-EU referendum. *Oxford Internet Institute*. Working Paper 2016.1: The Computational Propaganda Project.
- Hu, H., Wen, Y., Chua, T.-S., & Li, X. (2014). Toward scalable systems for Big data analytics: A technology tutorial. *Journal of IEEE Access*, 2, 652-687.
- Hu, M., & Liu, B. (2004). Mining and summarizing customer reviews. In *Proceedings of the Tenth ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 168-177). ACM, Seattle, Washington, US.
- Hutto, C. J., & Gilbert, E. (2014). Vader: A parsimonious rule-based model for sentiment analysis of social media text. In *Proceedings of the Eighth International Conference on Weblogs and Social Media* (pp. 216-226). AAAI Press, Ann Arbor, Michigan, US.
- Ibrahim, N. F., Wang, X., & Bourne, H. (2017). Exploring the effect of user engagement in online brand communities: Evidence from Twitter. *Journal of Computers in Human Behavior*, 72, 321-338.

- Ince, J., Rojas, F., & Davis, C. A. (2017). The social media response to Black Lives Matter: how Twitter users interact with Black Lives Matter through hashtag use. *Journal of Ethnic and racial studies*, 40(11), 1814-1830.
- Jain, A., & Jain, V. (2019). Sentiment classification of Twitter data belonging to renewable energy using machine learning. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 40(2), 521-533.
- Jain, V. K., & Kumar, S. (2017). Towards prediction of election outcomes using social media. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 9(12), 20-28.
- Jin, S.-A. A., & Phua, J. (2014). Following celebrities' tweets about brands: The impact of Twitter-based electronic word-of-mouth on consumers' source credibility perception, buying intention, and social identification with celebrities. *Journal of Advertising*, 43(2), 181-195.
- Jose, R., & Chooralil, V. S. (2015). Prediction of election result by enhanced sentiment analysis on Twitter data using word sense disambiguation. In *2015 International Conference on Control Communication & Computing* (pp. 638-641). IEEE, Trivandrum, India.
- Juris, J. S. (2012). Reflections on #Occupy Everywhere: Social media, public space, and emerging logics of aggregation. *Journal of American Ethnologist*, 39(2), 259-279.
- Kalimeri, K., Beiró, M. G., Bonanomi, A., Rosina, A., & Cattuto, C. (2019). Evaluation of biases in self-reported demographic and psychometric information: Traditional versus Facebook-based surveys. *arXiv preprint arXiv:1901.07876*.
- Karusala, N., Kumar, N., & Arriaga, R. (2019). #Autism: Twitter as a lens to explore differences in autism awareness in India and the United States. In *Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technologies, and Development* (pp. 1-5). ACM, Gujarat, India.
- Knobloch-Westerwick, S., Johnson, B. K., & Westerwick, A. (2014). Confirmation bias in online searches: Impacts of selective exposure before an election on political attitude strength and shifts. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 20(2), 171-187.
- Lachat, R. (2008). The impact of party polarization on ideological voting. *Journal of Electoral Studies*, 27(4), 687-698.
- Malik, M. M., Lamba, H., Nakos, C., & Pfeffer, J. (2015). Population bias in geotagged tweets. In *Proceedings of the Ninth International AAAI Conference on Web and Social Media* (pp. 18-28). AAAI Press, Oxford, UK.
- Moghaddam, S. (2015). Beyond sentiment analysis: Mining defects and improvements from customer feedback. In *European Conference on Advances in Information Retrieval* (pp. 400-410). Springer, Vienna, Austria.
- Nesi, P., Pantaleo, G., Paoli, I., & Zaza, I. (2018). Assessing the retweet proneness of tweets: Predictive models for retweeting. *Journal of Multimedia Tools and Applications*, 77(20), 26371-26396.

- Pak, A., & Paroubek, P. (2010). Twitter as a corpus for sentiment analysis and opinion mining. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 10, 1320-1326.
- Panagiotopoulos, P., Bigdeli, A. Z., & Sams, S. (2014). Citizen - Government collaboration on social media: The case of Twitter in the 2011 riots in England. *Journal of Government Information Quarterly*, 31(3), 349-357.
- Pang, B., & Lee, L. (2008). Opinion mining and sentiment analysis. *Journal of Foundations and Trends in Information Retrieval*, 2(1-2), 1-135.
- Pennacchiotti, M., & Popescu, A.-M. (2011). Democrats, Republicans and Starbucks aficionados: User classification in Twitter. In *Proceedings of the 17th ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 430-438). ACM, San Diego, California, US.
- Persily, N. (2017). The 2016 US election: Can democracy survive the Internet? *Journal of Democracy*, 28(2), 63-76.
- Preoțiuc-Pietro, D., Liu, Y., Hopkins, D., & Ungar, L. (2017). Beyond binary labels: Political ideology prediction of Twitter users. In *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 729-740). Association for Computational Linguistics, Vancouver, Canada.
- Punit, I. S. (2018). 335 Indians installed a Cambridge Analytica app, exposing the Facebook data of 560,000. *Quartz India*. Retrieved on September 16th, 2018 from <https://qz.com/india/1245515/facebook-admits-cambridge-analytica-may-have-accessed-the-data-of-over-560000-users-in-india/>.
- R Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (Version 1.0.136). Retrieved from <http://www.r-project.org/>.
- Ramteke, J., Shah, S., Godhia, D., & Shaikh, A. (2016). Election result prediction using Twitter sentiment analysis. In *Proceedings of the International Conference on Inventive Computation Technologies* (pp. 1-5). IEEE, Tamilnadu, India.
- Remus, R., Quasthoff, U., & Heyer, G. (2010). SentiWS: A publicly available German-language resource for sentiment analysis. In *Proceedings of the International Conference on Language Resources and Evaluation* (pp. 1168-1171). European Languages Resources Association, Valletta, Malta.
- Reuter, O. J., & Szakonyi, D. (2015). Online social media and political awareness in authoritarian regimes. *British Journal of Political Science*, 45(1), 29-51.
- Ruba, K. V., & Venkatesan, D. (2015). Building a custom sentiment analysis tool based on an ontology for Twitter posts. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(13), 1-9.
- Spohr, D. (2017). Fake news and ideological polarization: Filter bubbles and selective exposure on social media. *Journal of Business Information Review*, 34(3), 150-160.

- Sprenger, T. O., Sandner, P. G., Tumasjan, A., & Welpe, I. M. (2014). News or noise? Using Twitter to identify and understand company-specific news flow. *Journal of Business Finance & Accounting*, 41(7-8), 791-830.
- Tufekci, Z., & Wilson, C. (2012). Social media and the decision to participate in political protest: Observations from Tahrir Square. *Journal of Communication*, 62(2), 363-379.
- Vatrapu, R., Hussain, A., Lassen, N. B., Mukkamala, R. R., Flesch, B., & Madsen, R. (2015). Social set analysis: Four demonstrative case studies. In *Proceedings of the 2015 International Conference on Social Media & Society* (pp. 1-9). ACM, Toronto, Canada.
- Vis, F. (2013). Twitter as a reporting tool for breaking news: Journalists tweeting the 2011 UK riots. *Journal of Digital Journalism*, 1(1), 27-47.
- Wang, W. Y. (2017). “Liar, liar pants on fire”: A new benchmark dataset for fake news detection. *arXiv preprint arXiv:1705.00648*.
- Wicaksono, A. F., Vania, C., Distiawan, B., & Adriani, M. (2014). Automatically building a corpus for sentiment analysis on Indonesian tweets. In *Proceedings of the 28th Pacific Asia Conference on Language, Information, and Computing* (pp. 185-194). Department of Linguistics, Chulalongkorn University, Phuket, Thailand.
- Younus, A., Qureshi, M. A., Saeed, M., Touheed, N., O’Riordan, C., & Pasi, G. (2014). Election trolling: Analyzing sentiment in tweets during Pakistan elections 2013. In *Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web* (pp. 411-412). ACM, New York, US.
- Zhang, J., Tang, J., Li, J., Liu, Y., & Xing, C. (2015). Who influenced you? Predicting retweet via social influence locality. *Journal of ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 9(3), 1-27.
- Zhao, J., Gui, X., & Zhang, X. (2018). Deep convolution neural networks for Twitter sentiment analysis. *Journal of IEEE Access*, 6, 23253-23260.

Prototipo de análisis de sentimiento de retroalimentación textual entre pares

Maricela Pinargote-Ortega¹, Lorena Bowen-Mendoza¹, Jaime Meza¹,
Sebastián Ventura²

maricela.pinargote@utm.edu.ec; lorena.bowen@utm.edu.ec;
jaime.meza@utm.edu.ec; sventura@uco.es

¹Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Técnica de Manabí, 130105, Portoviejo, Ecuador.

²Departamento de Informática y Análisis Numérico, Universidad de Córdoba, 14071, Córdoba, España.

Pages: 322-337

Resumen: Las instituciones de educación superior se enfrentan actualmente a varios retos frente a los sistemas de evaluación informatizados para conseguir llegar al conocimiento inmerso de textos no estructurado. La aplicación de análisis de sentimiento mediante aprendizaje automático favorece la exploración de textos no estructurado para la gestión educativa. El propósito de este artículo fue modelar un prototipo de predicción de sentimiento de la retroalimentación textual generada en el proceso de evaluación entre pares. Se aplicó el método de modelación y se probó en la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador). Los resultados muestran que es viable aplicar el prototipo, puesto que la mayoría de los estudiantes pudieron evaluar la tarea por cada criterio de la rúbrica justificando las razones de colocar tal puntuación numérica según la temática. Se postula como una herramienta útil para evaluar no solo las competencias cognitivas sino también las reflexivas, críticas, y colaborativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras-clave: Evaluación entre pares; análisis de sentimiento; educación superior

Peer Feedback Sentiment Analysis Prototype

Abstract: Higher education institutions currently face several challenges in the face of computerized assessment systems to reach the immersed knowledge of unstructured texts. The application of sentiment analysis through machine learning favors the exploration of unstructured texts for educational management. This article aimed to model a sentiment prediction prototype of the textual feedback generated in the peer assessment process. Was applied the modeling method and tested at the Technical University of Manabi (Ecuador). The results show that it is viable to apply the prototype since most of the students were able

to evaluate the task by each rubric criterion, justifying the reasons for placing such numerical scores according to the theme. It is postulated as a helpful tool to assess cognitive, reflective, critical, and collaborative skills in the teaching-learning process

Keywords: Peer assessment; sentiment analysis; higher education

1. Introducción

En los últimos años, varios países han adaptado sus enfoques educativos para promover y apoyar el uso de las tecnologías en la modalidad presencial y virtual. Actualmente, existen varias tecnologías que apoyan el aprendizaje en línea, por ejemplo Moodle (Maia et al., 2016). Las nuevas tecnologías web permiten proporcionar el contenido de video, conferencia, foros sociales y para seguir el avance de los estudiantes, sin embargo siguen siendo limitadas para dar retroalimentación en trabajos abiertos (Demirbilek, 2015; Hulsman & van der Vloodt, 2015).

En la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador actualmente se imparte cátedras presenciales y en línea a un número excesivo de estudiantes y se les dificulta a los docentes revisar los trabajos abiertos. Con el propósito de disminuir este inconveniente la literatura científica indica que para alivianar la carga de revisión de los trabajos abiertos varios autores han utilizado la evaluación entre pares donde el estudiante realiza juicios independientes de su propio trabajo y el de los demás (Cardoso et al., 2020; Fang et al., 2018), misma que se la puede aplicar de manera anónima con los evaluadores elegidos al azar, abierto pero con varios evaluadores o ser asignados por el docente (Deiglmayr, 2018), sobre todo fomenta un mayor sentido de participación y responsabilidad, establece un marco más claro y promueve la excelencia, la atención directa a las habilidades y al aprendizaje, y proporciona una mayor retroalimentación textual entre pares (Daou et al., 2020; Deiglmayr, 2018; Dingyloudi & Strijbos, 2018; Han & Xu, 2020; Hoo et al., 2020; O'Neill et al., 2019; Ostuzzi & Hoveskog, 2020; Seroussi et al., 2019; VanSchenk Hof et al., 2018; Zhang et al., 2020).

Para automatizar el proceso de evaluación entre pares cualitativa, las técnicas de minería de texto son de gran utilidad para predecir una puntuación de la retroalimentación textual, destacándose el análisis de sentimiento, misma que permite identificar cómo se expresan los sentimientos en los textos, y si las expresiones indican opiniones positivas (favorables) o negativas (desfavorables) hacia el tema (Cardoso et al., 2020; Cook et al., 2021; Daou et al., 2020; Yang et al., 2021). Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo modelar un prototipo de análisis de sentimiento de retroalimentación textual entre pares que apoye tanto al estudiante como al docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: la sección 2 muestra la metodología aplicada, la sección 3 presenta los resultados y discusión; y la sección 4 establece las conclusiones.

2. Metodología

2.1. Contexto de estudio

Se realizó un modelamiento para evaluar el prototipo de análisis de sentimiento de retroalimentación textual entre pares.

2.2. Participantes

La población para este estudio fueron 79 estudiantes de la asignatura de ingeniería de software en el periodo académico mayo-septiembre 2021.

2.3. Procedimiento

La Figura 1 describe los pasos de implementación del prototipo de análisis de sentimiento de retroalimentación entre pares.

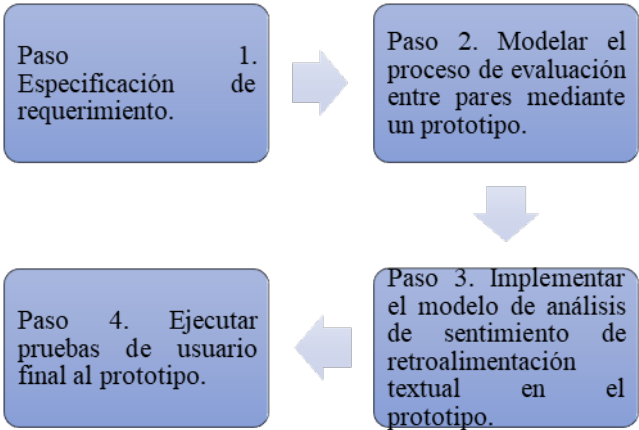


Figura 1 – Pasos de implementación del prototipo de análisis de sentimiento de retroalimentación textual entre pares

Paso1. Para la especificación de los requerimientos, se realizaron entrevista a los docentes sobre el proceso de evaluación entre pares, información que fue analizada mediante un diagrama de casos de uso (Figura 2).

Posteriormente se aplicó la metodología ágil Scrum, para trabajar colaborativamente en el desarrollo del prototipo.

Pila de producto (Product backlog): La pila de producto se realizó con las siguientes actividades ordenadas por prioridad.

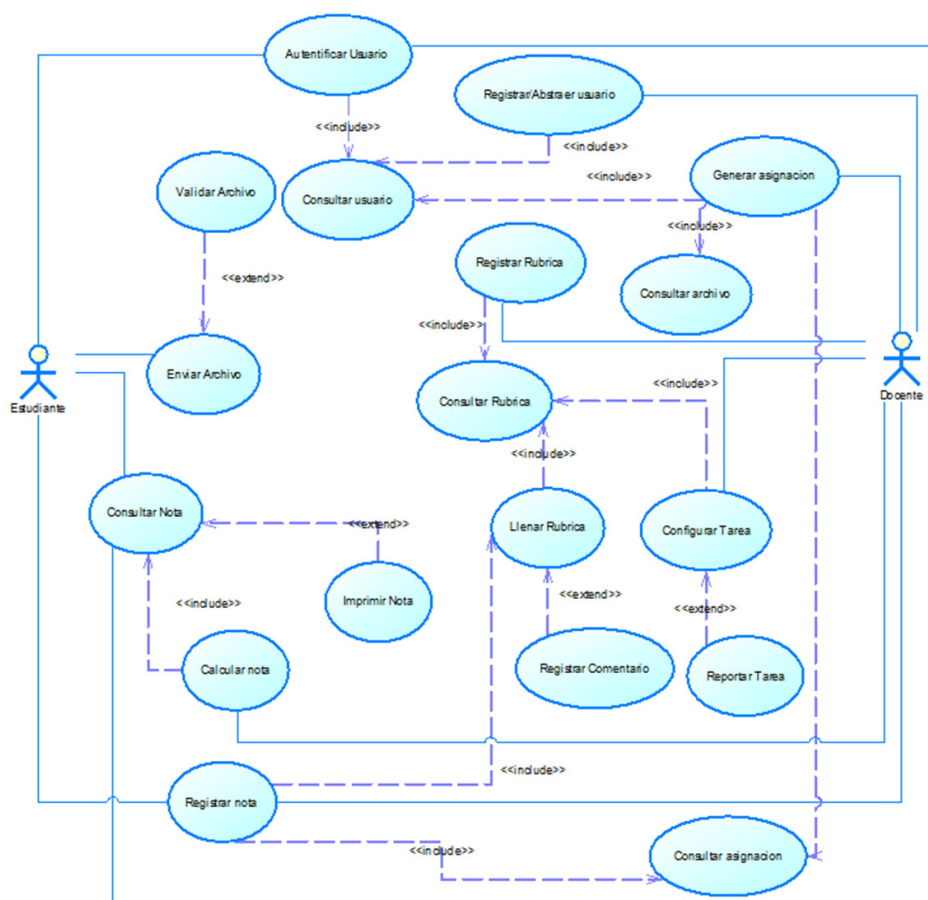


Figura 2 – Análisis del proceso de evaluación entre pares

Prioridad	Actividad
1	Identificación de requerimientos funcionales.
2	Diseño de la arquitectura del prototipo.
3	Diseño de la base de datos.
4	Desarrollo del prototipo.
5	Implementación del modelo de análisis de sentimiento en el prototipo.
6	Pruebas.

Tabla 1 – Pila de producto

Iteraciones (Sprint): Se determinaron dos iteraciones agrupando las actividades de acuerdo con su prioridad.

Prioridad	Actividad
1	Identificación de requerimientos funcionales.
2	Diseño de la arquitectura del prototipo.
3	Diseño de la base de datos.

Tabla 2 – Iteración N° 1

Prioridad	Actividad
1	Desarrollo del prototipo.
2	Implementación del modelo de análisis de sentimiento en el prototipo.
3	Pruebas.

Tabla 3 – Iteración N° 2

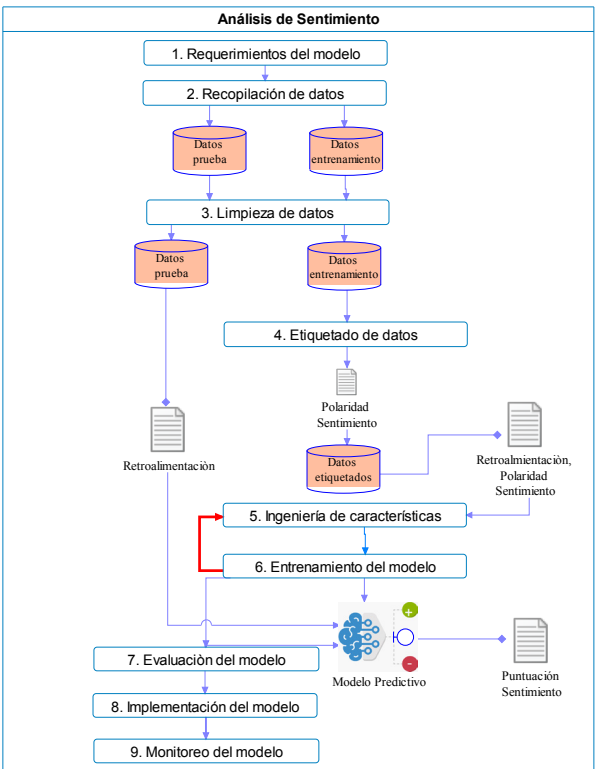


Figura 3 – Modelo de análisis de sentimiento de retroalimentación textual de esta investigación publicada en Pinargote-Ortega et al. (2021)

Paso 2. En base a la identificación de los requerimientos, se modeló el proceso de evaluación entre pares mediante un prototipo.

Paso 3. Posteriormente se implementó el modelo de análisis de sentimiento (Figura 3), que utiliza el enfoque de aprendizaje automático, y predice una puntuación de sentimiento de una retroalimentación textual específica de esta investigación publicada en Pinargote-Ortega et al. (2021).

Paso 4. Finalmente se realizaron pruebas de usuario final, donde los estudiantes manipularon el prototipo con varias actividades de evaluación entre pares y se les indagó sobre las dificultades que encontraron en la utilización de las interfaces mediante una encuesta.

3. Resultados y discusión

En esta sección se muestran los resultados obtenidos.

3.1. Especificación de requerimientos

Se identificaron requerimientos esenciales para el prototipo de análisis de sentimiento de retroalimentación entre pares para que sea utilizado con facilidad y eficacia:

1. Interfaces
 - Diseñar interfaces de usuarios sencillas, intuitivas y fáciles de usar para los docentes y estudiantes, que se pueda integrar con el Sistema de Gestión Académica de la Universidad Técnica de Manabí.
2. Configuración parametrizable
 - Crear tareas adaptadas a los objetivos de aprendizaje de la asignatura ya sea individual o grupal.
 - Subir la tarea para su revisión.
 - Crear rúbricas con enfoque cualitativo y/o cuantitativo.
3. Personalización
 - Personalizar el número de revisiones, distribución de trabajo de forma anónima entre los colaboradores.
 - Especificar el método para distribuir artefactos, podría ser automáticamente o que el docente distribuya los artefactos.
4. Notificaciones
 - A los docentes y estudiantes sobre los aspectos del proceso de revisión.
5. Accesibilidad
 - Accesible para garantizar la igualdad de oportunidades, basada en la web, versiones móviles.
6. Reportes
 - El estudiante pueda ver los resultados de la evaluación del evaluador, el sistema mantendrá la identidad de los evaluadores ocultos. Cuando los estudiantes observen los resultados evaluados por otros, el nombre del evaluador permanezca en el anonimato y los docentes puedan supervisar el progreso del proceso de revisión.

3.2. Modelamiento del proceso de evaluación entre pares mediante un prototipo

Se modeló el proceso de evaluación entre pares mediante un prototipo desarrollado en Java con el framework Spring MVC (Modelo Vista Controlador), se utilizó la librería Materialize para los estilos (CSS) y JQuery en el front-end permitiendo hacer las interfaces más dinámicas y PostgreSQL para almacenar los datos, mismo que permitió capturar requerimientos de evaluaciones grupales entre pares.

Proceso de evaluación entre pares

1. El docente configura la rúbrica y da el andamiaje.
2. El docente configura la actividad.
3. Cada grupo debe subir su trabajo.
4. El docente realiza la asignación a que grupos debe evaluar, estimando n revisiones.
5. Cada grupo y el docente en base a la rúbrica configurada realiza la evaluación cualitativa y cuantitativa.

Funcionalidades

A continuación, se detalla las funcionalidades principales implementada en el prototipo SEP)-UTM (evaluacionpares.herokuapp.com)

1. Para obtener los datos del Sistema de Gestión Académica de la Universidad Técnica de Manabí se utilizó APIs:
 - API de inicio de sesión.
 - API de obtención del departamento al que pertenece un docente.
 - API de obtención de periodos académicos a los que se ha matriculado un estudiante o un docente tiene carga horaria.
 - API de obtención de asignaturas que imparte el docente.
 - API de obtención de asignaturas que el estudiante recibe.
2. Configuración de rúbricas
 - El docente podrá crear/editar rúbrica con: criterios, descripción, y escala de valoración (Figura 4).
3. Configuración de actividad
 - El docente podrá crear/editar las actividades en diferentes fases como: envío de tareas, evaluación de las tareas con fechas determinadas (Figura 5).
4. Envío de tarea
 - El estudiante podrá colocar el enlace de la tarea (compartida en el drive) para que así posteriormente sea evaluada, esta interfaz está dentro de la sección “Actividades” (Figura 6).
5. Configuración de asignaciones
 - Se podrá seleccionar los paralelos configurados y la actividad que se quiere realizar la asignación. Una vez realizada esa acción se visualizan los grupos que ya han realizado el envío de tarea de manera exitosa y también muestran los que no la han completado. El docente podrá asignar de manera automática los grupos para empezar a realizar las evaluaciones de las tareas (Figura 7).

3.3. Implementación del modelo de análisis de sentimiento de retroalimentación textual en el prototipo

Los resultados tempranos de esta investigación publicada en Pinargote-Ortega et al. (2020) mostraron que el modelo SVM con función lineal tenía el mejor rendimiento para predecir el sentimiento, posteriormente se refinó esta investigación publicada en Pinargote-Ortega et al. (2021), donde se seleccionó SVM (F-Measure de 0.879) con representación de 1-g y 2-g+TFIDF como modelo base para predecir la puntuación del sentimiento en positivo/negativo.

Se implementó el modelo de análisis de sentimiento en el prototipo mediante una API. Se creó un archivo app.py, donde se importó el flask que permite hacer la API, jsonify, ya que se recibe un json y se devuelve un json. En la ruta predict comments, se recibió el json por método post. Se preprocesa, se hace token, y se hace pad_sequence. Al final se usa el predict para obtener las polaridades en positivo/negativo.

A continuación, se detalla las funcionalidades de análisis de sentimiento:

1. Evaluación de tarea con enfoque cuantitativo y cualitativo
 - El evaluador evalúa la tarea con puntuación numérica y retroalimentación textual, y se genera la puntuación de sentimiento de la retroalimentación proporcionada en positivo/negativo (Figura 8).
2. Reportes
 - Una vez que la tarea haya sido evaluada, el estudiante podrá visualizar en la sección “Reportes” todas las evaluaciones que realizaron sus pares, con puntuación numérica, retroalimentación y puntuación de sentimiento en positivo/negativo, y corregir el trabajo en base a las retroalimentaciones dadas (Figura 9).
3. Pruebas de usuario final al prototipo
 - Se realizaron pruebas de usuario final con la interacción de 79 estudiantes de la asignatura de ingeniería de software impartida en escenario de educación virtual asincrónica en el periodo académico mayo-septiembre 2021 ante la pandemia COVID-19. Se dio la capacitación mediante Google Meet, explicando cada una de las interfaces del usuario estudiante.

Posteriormente se aplicó el cuestionario, para conocer la percepción de los estudiantes sobre la usabilidad del prototipo, en el que participaron 47 estudiantes. Los resultados exteriorizaron lo siguiente:

En la interfaz de envío de tarea, el 2% de los estudiantes tuvieron muchas dificultades, el 15% tuvieron pocas dificultades y el 83% no tuvieron ninguna dificultad (Figura 10). En la interfaz de evaluación de tarea, el 2% de los estudiantes tuvieron muchas dificultades, el 30% tuvieron pocas dificultades y el 68% no tuvieron ninguna dificultad (Figura 11). Se colige que fueron pocas las dificultades encontradas en cada una de las interfaces. En base a las dificultades encontradas y sugerencias dada por los estudiantes se realizaron los ajustes necesarios al prototipo.

En este estudio se aplicó un prototipo de evaluación entre pares armonizando dos evaluaciones cuantitativa y cualitativa en la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador), con el propósito de que el estudiante desarrolle habilidades críticas, reflexivas y

colaborativas al dar y recibir retroalimentación, y en base a las retroalimentaciones mejore los trabajos, y que el docente se libere de la carga de evaluación de trabajos abiertos. En contraste con otros estudios que solo aplicaron evaluación cuantitativa: Topping (1998) propuso una tipología que consiste en una encuesta de variables que se encuentran en los sistemas de evaluación en la educación superior. Freeman and Mckenzie (2002) enfatiza la equidad en la evaluación de trabajo en grupo y reducción de la carga administrativa a través de la automatización de evaluación con el sistema SPARK. Ohland (1989) pone mayor énfasis en el uso de evaluación en sí mismo con el sistema CATME. Ohland (2011) propende a vincular la investigación educativa con la enseñanza para mejorar el aprendizaje de las habilidades de trabajo en equipo con el sistema SMARTER. Sterbini and Temperini (2013) apoyan a las evaluaciones escritas utilizando técnicas de evaluación por pares con la herramienta OpenAnswer, y De Alfaro y Shavlovsky (2016) mide la precisión de calificación numérica de cada estudiante comparando la autoevaluación con las calificaciones otorgadas por otros estudiantes mediante la herramienta CrowdGrader.

El entorno del prototipo que se implementó para la recolección de datos de evaluación entre pares permitió incorporar rúbricas divididas en criterios con aspectos específicos de cualquier temática para que el estudiante realice una evaluación constructiva de la tarea con puntuación numérica y retroalimentación textual, apoyándose de un texto instructivo con ejemplos y videos de cómo se debe formular y justificar la retroalimentación mediante argumentos razonadas considerando el contenido de la temática a evaluar. Similar a otros estudios que exteriorizaron que el diseño de la rúbrica es posiblemente el aspecto más importante de una actividad de revisión por pares, ya que el docente decide qué comentarios serán útiles para los autores, así como la naturaleza de las habilidades críticas que se fomentarán en el revisor (Purchase & Hamer, 2018). El uso de preguntas en la rúbrica hace que los estudiantes se familiarizaran con criterios y estándares de evaluación claros que les permitieron participar en procesos de aprendizaje entre pares, y que sugieren apoyar a los estudiantes usando tutoriales, listas de verificación, indicaciones de preguntas, guiones o plantillas (Latifi et al., 2021). Para explicar las respuestas a las preguntas de la rúbrica, los estudiantes deben revisar cuidadosamente los contenidos de la temática para ver si cumplen con los criterios específicos o no, y luego, mediante un profundo proceso cognitivo, articular el porqué de sus respuestas (Russell et al., 2017). Las sesiones de andamiaje son esenciales para fomentar la colaboración, crear un entorno de aprendizaje positivo y fomentando la internalización del proceso. Se debe hacer explícito a los estudiantes que el esfuerzo en el rol de revisión conduce a una mejor comprensión y también a una retroalimentación de mejor calidad para todos (Voelkel et al., 2020).

4. Conclusiones

La integración de la retroalimentación por cada criterio en el proceso de evaluación es necesaria para promover habilidades de pensamiento crítico. Además, varios autores (Kiet Van et al., 2018; Nguyen et al., 2018) coinciden en que algunos enfoques de procesamiento de lenguaje natural funcionan para el análisis de sentimiento aplicado a oraciones cortas con excelentes resultados.

Se especificó requerimientos para desarrollar una herramienta de evaluación entre pares basada en análisis de sentimiento, y se realizó modelación de evaluaciones grupales mediante un prototipo, en donde se estableció que es importante el número de revisiones, el andamiaje de cómo evaluar y registrar retroalimentación textual por cada criterio de la rúbrica.

Se estableció que es viable aplicar una herramienta de análisis de sentimiento de retroalimentación entre pares, puesto que el 83% de los estudiantes exteriorizaron que no encontraron dificultades al utilizar la interfaz de envío de tarea y el 68% de los estudiantes no tuvo ninguna dificultad en evaluar la tarea con puntuación numérica y retroalimentación textual.

Se colige que la herramienta de evaluación entre pares ayuda a: fomentar la participación de los estudiantes en el aula, fomentar la evaluación formativa para mejorar el aprendizaje, animar a los docentes a desarrollar procesos de evaluaciones cuantitativa y cualitativa.

Como trabajo futuro, se pretende que en base a la especificación de requerimientos plasmada se incremente en la herramienta de evaluación entre pares basada en análisis de sentimiento los procesos de correlacionar puntuación numérica con la de sentimiento mediante la técnica de lógica difusa, evaluación inversa y en dos rondas para que los estudiantes mejoren en base a las retroalimentaciones de la primera ronda los trabajos y el rendimiento en la segunda ronda.

4.1. Apéndices

A1. Ejemplos de interfaces del proceso de evaluación entre pares.

La Figura 4, Figura 5, Figura 6 y Figura 7 muestra las interfaces de configuración del proceso de evaluación entre pares.

INGENIERIA DE SOFTWARE (TI18) A

← Volver

Crear Rúbricas

Nombre de la Rúbrica

Rúbrica Diagrama-Casos-Uso

Descripción

No se evaluará plantillas de casos de uso.

Escala de Valoración

1 a 5

Cráterios	Descripción	Palabras Claves	Valoración
Diseño	La estructura es correcta con actores involucrados y caso de uso relacionado.	Estructura	1,2,3,4,5
Actores	Los actores están bien especificados y son necesarios en el sistema.	Actores	1,2,3,4,5

Figura 4 – Interfaz de configuración de rúbricas

INGENIERIA DE SOFTWARE (TI18) A

← Volver

Crear Actividades

Nombre de la Actividad

Actividad: Diagrama-Casos-Usos (R1)

Tipo de Actividad

Grupal

Número de asignaciones

2

Número de Ronda

1

Ronda Anterior

Rúbrica

Rúbrica Diagrama-Casos-Usos

Directrices de Fase: Envío de Tarea

Desde

31-05-2022

Hora

21:42:00.0

Paragraph

B

I

🔗

🔗

🔗

🔗

🔗

🔗

🔗

🔗

ANDAMIAJE:

1. Realizar la tarea de manera grupal, apoyándose con las Directrices de la Actividad.

2. Solo el líder del grupo debe agregar el enlace de la tarea (subida al drive).

Enlace de Directrices de la Actividad

Desde

06-06-2022

Hora

23:55:00.0

<https://drive.google.com/file/d/1Au5LQzL7log3NXiUpoG7JL7SDobRGhz/view>

📄

Figura 5 – Interfaz de configuración de actividades

INGENIERIA DE SOFTWARE (A19) A

Volver

Actividad: Diagrama-Casos-Usos (R1)

ANDAMIAJE:

1. Realizar la tarea de manera grupal, apoyándose con las Directrices de la Actividad.

2. Solo el líder del grupo debe agregar el enlace de la tarea (subida al drive).

Directrices de la actividad:

<https://drive.google.com/file/d/1Au5LQzL7log3NXITUpoG7jL7SDobRGhz/view?usp=sharing>

Fecha de inicio:

tuesday , 31 de May de 2022, 09:42

Fecha de finalización:

monday, 06 de Jun de 2022, 23:55

Agregar enlace de la tarea :

https://drive.google.com/file/d/1KdZFYrDPr263wVDXK9YFveyxKMyl_Fjk/view?usp=sharing

Figura 6 – Interfaz de envío de tarea

A2. Ejemplos de interfaces del proceso de análisis de sentimiento de la retroalimentación textual.

La Figura 8, Figura 9, muestran el análisis de sentimiento de la retroalimentación de evaluación de tarea y el reporte.

INGENIERIA DE SOFTWARE (TI18) A

EVALUACIÓN DE TAREA

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE EVALUACIO...

Asignar Evaluación de Tarea

Seleccione paralelos configurados

Seleccione Actividad

A

Actividad: Diagrama-Casos-Usos (R1)

Nº	Evaluador		Evaluado
1	Grupo-1	✓	Grupo-2, Grupo-3
2	Grupo-2	✓	Grupo-1, Grupo-3
3	Grupo-3	✓	Grupo-1, Grupo-2

Figura 7 – Interfaz de configuración de asignación de tareas para la evaluación

ANDAMIAJE:

1. Evaluar la tarea de manera individual con Puntuación Numérica y Retroalimentación Textual por cada Criterio, apoyándose con las Directrices de la Actividad y el VIDEO: <https://drive.google.com/file/d/1gu18i8r1vUOVeJEG7o7wepP6P284BEv/view?usp=sharing>

2. La Valoración por cada Criterio está dada con Nivel de Ponderación de 1-5. En la siguiente tabla se detalla un ejemplo de relación del nivel de ponderación con la retroalimentación textual.

Directrices de la actividad: [Enlace](#)

Tarea a evaluar: [Enlace](#)

Fecha de inicio: thursday, 09 de Jun de 2022, 07:00 Fecha Fin: monday, 13 de Jun de 2022, 23:55

Criterio	Descripción	Valoración	Retroalimentación	Sentimiento
Diseño	La estructura es correcta con actores involucrados y caso de uso relacionado.	3 (Adecuado)	La estructura es parcialmente correcta.	Positivo
Actores	Los actores están bien especificados y son necesarios en el sistema.	3 (Adecuado)	La mayoría de los actores están bien	Positivo

Figura 8 – Evaluación de tarea

INGENIERIA DE SOFTWARE (A19) A

[← Volver](#)

Actividad: Diagrama-Casos-Usos (R1)

Criterio	Descripción	Valoración del evaluador	Retroalimentación del evaluador	Sentimiento
Diseño	La estructura es correcta con actores involucrados y caso de uso relacionado.	4	La estructura empleada si es correcta, contiene actores relacionados con los casos de uso.	Positivo
Diseño	La estructura es correcta con actores involucrados y caso de uso relacionado.	4	La estructuta empleada es correcta, los diagramas de caso de uso presentan una mejoría.	Positivo
Diseño	La estructura es correcta con actores involucrados y caso de uso relacionado.	3	La estructura es parcialmente correcta, existen actores de más como mascota, la comunicación entre casos de uso no es totalmente correcta, existen extend e includes aplicados incorrectamente como CU13, CU14, CU16.	Neutro

Figura 9 – Reporte de evaluaciones de los pares

A3. Percepción de los estudiantes.

La Figura 10 y Figura 11 muestra los resultados de la percepción de los estudiantes.

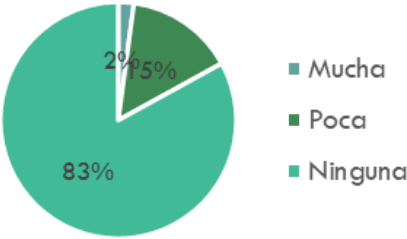


Figura 10 – Dificultades en la interfaz de enviar tarea

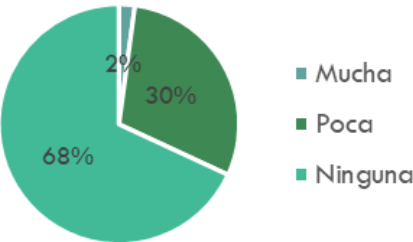


Figura 11 – Dificultades en la interfaz de evaluación de tarea

Referencias

- Cardoso, C., Hurst, A., & Nespoli, O. (2020). Reflective Inquiry in Design Reviews: The Role of Question-Asking During Exchanges of Peer Feedback. *International Journal of Engineering Education*, 36(2), 614–622.
- Cook, B. R., Kamstra, P., Savige, T., Bannan, L.-A., Tjandra, E., Alexandra, A., & Cornes, I. (2021). The impact of peer-review on undergraduate grades when students decide whether to participate. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(2), 238–254. <https://doi.org/10.1080/03098265.2020.1804844>
- Daou, D., Sabra, R., & Zgheib, N. K. (2020). Factors That Determine the Perceived Effectiveness of Peer Feedback in Collaborative Learning: a Mixed Methods Design. *Medical Science Educator*, 30(3), 1145–1156. <https://doi.org/10.1007/s40670-020-00980-7>
- De Alfaro, L., & Shavlovsky, M. (2016). Dynamics of Peer Grading: An Empirical Study. *Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining*, 62–69.
- Deiglmayr, A. (2018). Instructional scaffolds for learning from formative peer assessment: effects of core task, peer feedback, and dialogue. *European Journal of Psychology of Education*, 33(1), 185–198. <https://doi.org/10.1007/s10212-017-0355-8>
- Demirbilek, M. (2015). Social media and peer feedback: What do students really think about using Wiki and Facebook as platforms for peer feedback? *Active Learning in Higher Education*, 16(3), 211–224. <https://doi.org/10.1177/1469787415589530>
- Dingyloudi, F., & Strijbos, J. W. (2018). Just plain peers across social networks: Peer-feedback networks nested in personal and academic networks in higher education. *Learning, Culture and Social Interaction*, 18(April), 86–112. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.02.002>
- Fang, W.-C., Cassim, F. A. K., Hsu, C.-N., & Chen, N.-S. (2018). Effects of reciprocal peer feedback on EFL learners' communication strategy use and oral communication performance. *Smart Learning Environments*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0061-2>
- Freeman, M., & McKenzie, J. (2002). Evaluating Across Different Subjects. *British Journal of Educational Technology*, 33(5), 551–569.
- Han, Y., & Xu, Y. (2020). The development of student feedback literacy: the influences of teacher feedback on peer feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(5), 680–696. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1689545>
- Hoo, H.-T., Tan, K., & Deneen, C. (2020). Negotiating self- and peer-feedback with the use of reflective journals: an analysis of undergraduates' engagement with feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(3), 431–446. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1665166>

- Hulsman, R. L., & van der Vloodt, J. (2015). Self-evaluation and peer-feedback of medical students' communication skills using a web-based video annotation system. Exploring content and specificity. *Patient Education and Counseling*, 98(3), 356–363. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2014.11.007>
- Kiet Van, N., Vu Duc, N., V., Phu X., N., Tham T. H, T., & Ngan Luu-Thuy, N. (2018). UIT-VSFC: Vietnamese Students' Feedback Corpus for Sentiment Analysis. 2018 10th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), 19–24. <https://doi.org/10.1109/KSE.2018.8573337>
- Latifi, S., Noroozi, O., & Talaei, E. (2021). Peer feedback or peer feedforward? Enhancing students' argumentative peer learning processes and outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 52(2), 768–784. <https://doi.org/10.1111/bjet.13054>
- Maia, D., Belau, F., Rigo, S. J., Alves, I., Barbosa, J. L. V., & Hentges, A. (2016). A Module for Sentiment Analysis In Moodle. In Chova, LG and Martinez, AL and Torres, IC (Ed.), *INTED2016: 10TH International Technology, Education and Development Conference* (Pp. 3404–3411). Iated-Int Assoc Technology Education A& Development.
- Nguyen, P. X. V., Hong, T. T. T., Nguyen, K. Van, & Nguyen, N. L.-T. (2018). Deep Learning versus Traditional Classifiers on Vietnamese Students' Feedback Corpus. 2018 5th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS), 75–80. <https://doi.org/10.1109/NICS.2018.8606837>
- O'Neill, T., Larson, N., Smith, J., Donia, M., Deng, C., Rosehart, W., & Brennan, R. (2019). Introducing a scalable peer feedback system for learning teams. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(6), 848–862. <https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1526256>
- Ohland, M. W., Layton, R. A., Ferguson, D. M., Loughry, M. L., Woehr, D. J., & Pomeranz, H. R. (2011). Smarter teamwork: System for Management, Assessment, Research, Training, Education, and Remediation for Teamwork. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Ohland, M. W., Loughry, M. L., Woehr, D. J., Bullard, L. G., Finelli, C. J., Layton, R. A., Pomeranz, H. R., & Schmucker, D. G. (1989). The Comprehensive Assessment of Team Member Effectiveness: Development of a Behaviorally Anchored Rating Scale for Self- and Peer Evaluation. *Finance & Development*, 26(1), 42–44.
- Ostuzzi, F., & Hoveskog, M. (2020). Education for flourishing: an illustration of boundary object use, peer feedback and distance learning. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(4), 757–777. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2019-0271>
- Pinargote-Ortega, M., Bowen-Mendoza, L., Meza, J., & Ventura, S. (2021). Peer assessment using soft computing techniques. *Journal of Computing in Higher Education*, 33(3), 684–726. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09296-w>

- Pinargote Ortega, M., Bowen Mendoza, L., Meza Hormaza, J., & Ventura Soto, S. (2020). Accuracy measures of sentiment analysis algorithms for spanish corpus generated in peer assessment. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3410352.3410838>
- Purchase, H., & Hamer, J. (2018). Peer-review in practice: eight years of Aropä. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(7), 1146–1165. <https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1435776>
- Russell, J., Van Horne, S., Ward, A. S., Bettis, E. A., & Gikonyo, J. (2017). Variability in students' evaluating processes in peer assessment with calibrated peer review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(2), 178–190. <https://doi.org/10.1111/jcal.12176>
- Seroussi, D.-E., Sharon, R., Peled, Y., & Yaffe, Y. (2019). Reflections on peer feedback in disciplinary courses as a tool in pre-service teacher training. *Cambridge Journal of Education*, 49(5), 655–671. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2019.1581134>
- Sterbini, A., & Temperini, M. (2013). OpenAnswer, a framework to support teacher's management of open answers through peer assessment. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 164–170. <https://doi.org/10.1109/FIE.2013.6684808>
- Topping, K. (1998). Peer Assessment Between Students in Colleges and Universities. *Review of Educational Research*, 68(3), 249–276. <https://doi.org/10.3102/00346543068003249>
- VanSchenk Hof, M., Houseworth, M., McCord, M., & Lannin, J. (2018). Peer evaluations within experiential pedagogy: Fairness, objectivity, retaliation safeguarding, constructive feedback, and experiential learning as part of peer assessment. *International Journal of Management Education*, 16(1), 92–104. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.12.003>
- Voelkel, S., Varga-Atkins, T., & Mello, L. V. (2020). Students tell us what good written feedback looks like. In *FEBS Open Bio* (Vol. 10, Issue 5). <https://doi.org/10.1002/2211-5463.12841>
- Yang, J., Luo, H., Song, N., & Yin, X. (2021). Enhancing Peer Assessment Validity with Engagement Behaviors: A Structural Equation Modeling Approach. *TALE 2021 - IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education, Proceedings*, 1163–1166. <https://doi.org/10.1109/TALE52509.2021.9678860>
- Zhang, Y., Yu, S., & Yuan, K. (2020). Understanding Master's students' peer feedback practices from the academic discourse community perspective: A rethinking of postgraduate pedagogies. *Teaching in Higher Education*, 25(2), 126–140. <https://doi.org/10.1080/13562517.2018.1543261>

Modelo basado en redes neuronales para la clasificación de la distribución de Weibull

Víctor Joel Pinargote Bravo¹, María Auxiliadora García Zambrano¹,
Victoria Estefany Cusme Zambrano¹, Karen Ivonne Briones Giler¹

vpinargote@espm.edu.ec; maria.garciaz@espm.edu.ec; victoria.cusme@espm.edu.ec;
karen.briones@espm.edu.ec

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, 130601, Caccata, Ecuador.

Pages: 338-351

Resumen: La distribución de Weibull es una distribución de probabilidad ampliamente utilizada en el campo de la ingeniería y en otras disciplinas relacionadas. Se utiliza principalmente para modelar y analizar la vida útil de los sistemas y componentes, así como para describir la distribución de tiempos de falla, el presente estudio se enfoca en determinar una distribución de Weibull mediante un modelo computacional basado en aprendizaje profundo. Actualmente existen varios métodos para determinar si un conjunto de datos sigue esta distribución, entonces, se realizó un análisis comparativo entre la Prueba de bondad de ajuste y las técnicas de IA, para ello, se entrenó una red neuronal artificial (ANN) con miles de distribuciones utilizando la metodología de muestreo estratificado. En la fase de entrenamiento se obtuvo una precisión del 98.5%, mientras que en la fase de test se obtuvo una precisión del 97%. Estos resultados representaron una mejora significativa del 17.7% frente al método tradicional. Después de varias simulaciones, los resultados obtenidos evidencian que la ANN es mucho más efectiva para determinar si un conjunto de datos sigue una distribución de Weibull. La precisión obtenida por la ANN fue del 97%, mientras que el método tradicional logró una precisión del 79.25%. En conclusión, este estudio confirma que las técnicas de aprendizaje automático son más efectivas que el método tradicional para clasificar una distribución de Weibull. Además, la precisión alcanzada por la ANN en la clasificación de esta distribución es altamente prometedora para futuros estudios en los que se necesite clasificar distribuciones de datos complejos y variables.

Palabras-clave: Distribución de Weibull; aprendizaje profundo; redes neuronales en estadística.

Neural Network-Based Model for Weibull Distribution Classification

Abstract: The Weibull distribution is a widely used probability distribution in the field of engineering and other related disciplines. It is primarily used to model and analyze the lifetime of systems and components, as well as to describe the distribution of failure times. The present study focuses on determining a Weibull

distribution using a computational model based on deep learning. Currently, there are several methods to determine if a dataset follows this distribution. Therefore, a comparative analysis was conducted between the goodness-of-fit test and AI techniques. For this purpose, an artificial neural network (ANN) was trained with thousands of distributions using the stratified sampling methodology. In the training phase, an accuracy of 98.5% was achieved, while in the testing phase, an accuracy of 97% was obtained. These results represented a significant improvement of 17.7% compared to the traditional method. After several simulations, the obtained results demonstrate that the ANN is much more effective in determining if a dataset follows a Weibull distribution. The accuracy achieved by the ANN was 97%, whereas the traditional method achieved an accuracy of 79.25%. In conclusion, this study confirms that machine learning techniques are more effective than the traditional method for classifying a Weibull distribution. Additionally, the accuracy achieved by the ANN in classifying this distribution is highly promising for future studies where the classification of complex and variable data distributions is needed.

Keywords: Weibull distribution; deep learning; neural networks in statistics.

1. Introducción

Yonar y Yapici (2021) sostiene que la distribución de Weibull, es una de las distribuciones continuas comúnmente utilizadas en los estudios en la vida útil y la fiabilidad, debido a su estructura flexible e idoneidad para la distribución de una amplia variedad de observaciones experimentales, esta a su vez es muy útil en modelado y se aplica en muchos campos como ingeniería, control de calidad, física, medicina, economía, negocios, entre otros. Además, para Benites (2022) es una familia de distribuciones que puede adoptar muchas formas, según los parámetros que elija; las distribuciones de Weibull incluyen dos distribuciones exponenciales, una distribución sesgada a la derecha y una distribución simétrica. La distribución exponencial es un caso especial de la distribución de Weibull, que ocurre cuando el parámetro de forma de Weibull es igual a 1.

La función de distribución de Weibull según Gallegos et al. (2022) es la expresión semi empírica que se utiliza inicialmente en los estudios de la resistencia y fatiga de los aceros dependiente de tres parámetros fundamentales: el tiempo de vida garantizada, parámetro de forma y parámetro de vida característica; para los cálculos de los parámetros de la distribución se utilizan distintos métodos como: mínimos cuadrados, máxima verosimilitud, estimación de momentos y estimaciones lineales.

Zhang et al. (2022) manifiesta que los datos obtenidos mediante la simulación se deben ajustar a la distribución de Weibull, para ello se verifica mediante la prueba de chi-Cuadrado con una confianza del 95% y la prueba de Anderson- Darling. La prueba de chi-cuadrado evalúa la discrepancia entre la distribución observada y la distribución esperada de Weibull. Si el valor p asociado con la prueba de chi-cuadrado es alto (mayor que el nivel de significancia), se acepta la hipótesis de que los datos se ajustan a una distribución de Weibull.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, la inteligencia artificial (IA) es una tecnología que se ha utilizado ampliamente en el campo de la estadística. La IA puede ayudar a los estadísticos a analizar grandes conjuntos de datos y a identificar patrones y tendencias

complejas que serían difíciles de detectar de otra manera. Por otro lado, según el informe de McKinsey Global Institute (2018), la IA puede mejorar significativamente la precisión y eficiencia en la estadística. Además, señalan que la IA puede ayudar a los estadísticos a analizar grandes conjuntos de datos y a identificar patrones y tendencias complejas de una manera más rápida y precisa.

En un estudio reciente, Han et al. (2021) han utilizado técnicas de aprendizaje profundo para mejorar la precisión en la clasificación de datos de la encuesta nacional de salud en Estados Unidos. El estudio ha demostrado que la IA puede mejorar significativamente la precisión en la estadística y reducir el margen de error. La utilización de estas técnicas, permite a los investigadores aprovechar la capacidad de los algoritmos para aprender patrones complejos y extraer información útil de grandes conjuntos de datos. En este caso, aplicaron estas técnicas para mejorar la precisión en la clasificación de datos de salud.

En resumen, la IA ha demostrado ser una herramienta valiosa para los estadísticos en la recopilación, análisis y predicción de datos. Con el uso de técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales, los estadísticos pueden mejorar la precisión y eficiencia en la estadística y tomar decisiones más informadas. Todo esto inspirado en como los seres humanos toman decisiones, puesto que las Redes Neuronales Artificiales (ANN) son un modelo computacional inspirado en el cerebro humano que ha demostrado ser efectivo en el aprendizaje automático y la resolución de problemas complejos en una amplia variedad de aplicaciones. En los últimos años, se han llevado a cabo investigaciones para mejorar la precisión y eficiencia de las ANN, así como para explorar nuevas aplicaciones de esta tecnología.

El estudio realizado por Li et al. (2022) destaca el amplio alcance y la creciente popularidad de las redes neuronales artificiales (ANN) en diversos campos, incluyendo la medicina, la ingeniería, la economía, la industria y la ciencia. Estas poderosas herramientas de análisis de datos y toma de decisiones han demostrado su eficacia en una variedad de aplicaciones y han tenido un impacto significativo en el avance de la investigación y la práctica en numerosas disciplinas, donde afirma que “las ANN se han convertido en una herramienta popular en el análisis de datos y la toma de decisiones en diferentes campos, como la medicina, la ingeniería, la economía, la industria y la ciencia”.

Además, en un estudio reciente, Chen et al. (2020) han propuesto una técnica de optimización para mejorar la eficiencia y precisión de las ANN, lo que ha llevado a una mayor velocidad de entrenamiento y mejoras en la tasa de aciertos. Otro enfoque interesante ha sido la utilización de ANN para la detección de fraudes financieros, como ha sido investigado por Chen et al. (2021), que se centra en la aplicación de las ANN en la detección de fraudes financieros. Este enfoque resulta muy interesante ya que el fraude financiero representa un desafío significativo para las instituciones y empresas, y la detección temprana de actividades fraudulentas puede prevenir pérdidas económicas considerables. Los investigadores exploraron cómo las ANN pueden ser entrenadas para identificar patrones y señales indicativas de actividades fraudulentas en los datos financieros. Al utilizar algoritmos de aprendizaje profundo, las ANN pueden analizar grandes volúmenes de datos transaccionales y detectar anomalías y comportamientos sospechosos, lo que ayuda a identificar posibles casos de fraude y tomar medidas preventivas.

A pesar de los avances en la investigación, sigue habiendo desafíos en la aplicación de ANN. Por ejemplo, según Zhang et al. (2021), “la selección de una estructura de red adecuada sigue siendo un desafío en la construcción de ANN”. También señalan que la interpretación de las salidas de la red sigue siendo un problema importante en la aplicación de ANN en la toma de decisiones.

Dados los enormes aportes de la IA a las diferentes áreas del conocimiento, especialmente a la Estadística, se plantea la siguiente interrogante: ¿Se puede determinar si un conjunto de datos sigue una distribución de Weibull, mediante el uso de Redes Neuronales Artificiales? Como objetivo general se pretende implementar un modelo de Inteligencia Artificial que sea capaz de determinar si un conjunto de datos determinados sigue una distribución de Weibull, como objetivo específico se comparando su eficacia frente al método tradicional (prueba de chi-Cuadrado con una confianza del 95%) frente al modelo de ANN.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se llevó a cabo como trabajo final de la asignatura de simulación de la carrera de Computación de la ESPAM MFL, donde se buscaba identificar una distribución de Weibull utilizando alternativas basadas en IA, para lo cual se hizo uso del lenguaje de programación Python, el mismo que cuenta con ciertas librerías especializadas para el Machine Learning, entre los que se incluye los siguientes paquetes:

- Scikit-learn (también conocido como sklearn) es una biblioteca de aprendizaje automático de código abierto para el lenguaje de programación Python. Es una de las bibliotecas de aprendizaje automático más populares y utilizadas en la actualidad, y es ampliamente utilizada por científicos de datos, investigadores y programadores para implementar algoritmos de aprendizaje automático.
- Keras es una biblioteca de redes neuronales de código abierto escrita en Python. Fue desarrollada con la idea de ofrecer una interfaz fácil de usar para construir redes neuronales artificiales y acelerar el desarrollo de prototipos de modelos de aprendizaje profundo.
- TensorFlow es una biblioteca de software de aprendizaje automático de código abierto desarrollada por Google. Es una de las bibliotecas de aprendizaje automático más populares y utilizadas en la actualidad, y se utiliza ampliamente en aplicaciones de aprendizaje profundo, procesamiento del lenguaje natural, visión por computadora y otras aplicaciones de inteligencia artificial.

A continuación, se plantea la siguiente metodología:

2.1. Simulación

La simulación es el paso previo para comprender el funcionamiento del sistema, con la finalidad, que evolucione según el diseño que se pretenda realizar. Se definen como simulación al “Proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema y/o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema” (Shannon, 1975 como se citó en Segovia Castro, 2009). A continuación, se describen los pasos necesarios para realizar el estudio:

1. **Definición del sistema.** - Se define como la descripción del problema o sistema, por lo tanto, se debe realizar “Una correcta identificación del objetivo, de las variables de decisión, las restricciones, la medida de efectividad y las variables no controlables y su comportamiento estadístico” (Azarang & García Dunna, 1996). Por tanto, se debe-rá obtener la definición precisa del problema que se va a modelar.
2. **Análisis del sistema.** - Describir las interacciones lógicas entre las variables de decisión, donde se “Optimice la medida de efectividad en función de las variables no controlables, sin olvidar las restricciones del sistema” (Azarang & García Dunna, 1996), esto se realiza con la finalidad del analizar el sistema, por el cual es importante definir los siguientes términos como son:

Estado: Determina el conjunto de variables que definen al sistema.

Evento: Representa un acontecimiento momentáneo que cambia el estado del sistema.

Actividad: Es el tiempo requerido para llevar a cabo una operación.

Entidad: Define a los objetos que están incluidos en el sistema, por lo tanto, contiene propiedades llamadas atributos el cual permite crear diferencias entre ellas; además estas pueden ser estática o dinámica.

3. **Formulación del modelo.** - Generar un código lógico-matemático donde se defina de manera correcta las interacciones entre las variables, por lo tanto, al realizar las interacciones es fundamental considerar que se va a realizar mediante este tiempo y que el manejo de las variables se dará por medio de listas o cadenas de eventos (Azarang & García Dunna, 1996).
4. **Selección del lenguaje.** - Implementar un lenguaje que se adapte a las necesidades que requiera la simulación; es decir, que de “La selección del lenguaje dependerá el tiempo de desarrollo del modelo de simulación” (Azarang & García Dunna, 1996), entre los lenguajes de programación de selección existen muchos los cuales se pueden adaptar al modelo que se requiera generar.

El lenguaje que se implementó es Python, ya que, es un lenguaje de programación de alto nivel especialmente implementado en las aplicaciones de machine Learning.

5. **Codificación del modelo.** - Generar instrucciones o código esencial, con el fin de, lograr que el modelo pueda ser ejecutado en un ordenador; es importante tener en cuenta, el tiempo de duración que tendrá el proceso para lograr ser codificado en su totalidad.
6. **Validación del modelo.** - Compara los resultados del modelo generado y los resultados reales obtenidos; el objetivo de esta fase es “Determinar la habilidad que tiene un modelo para representar la realidad” (Azarang & García Dunna, 1996).

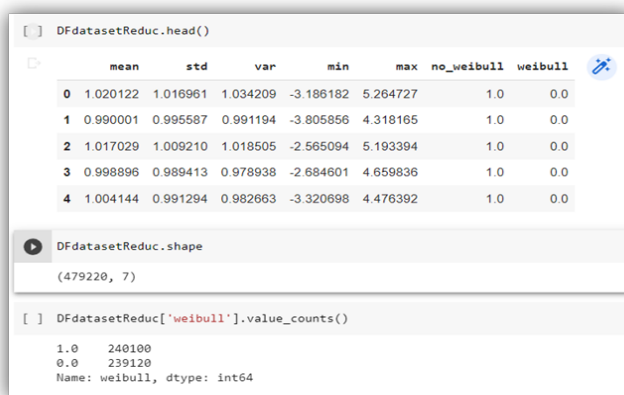
Se generaron n distribuciones para el desarrollo de la simulación, donde estas distribuciones se evaluaron con la prueba de bondad de ajuste chi-cuadrado del modelo entrenado, con el fin de, obtener la precisión de cada uno de estos métodos.

7. **Experimentación.** - Establecer alternativas que podrían ser evaluadas, es decir, consiste en seleccionar las variables de entradas con sus diferentes niveles, con el fin de optimizar las variables de respuestas del sistema real.

2.2. Metodología del Machine Learning

El machine learning permite que un sistema aprenda a realizar una serie de tareas por sí solo, sin necesidad de ser programados. Para llegar a ello, sigue un proceso basado en el “entrenamiento” de algoritmos. Para la implementación de esta metodología de machine learning seguimos el siguiente procedimiento.

1. **Definiendo el problema:** En la presente fase de la investigación se define como el problema: la necesidad de entrenar una ANN para clasificar correctamente cuando se trate de un conjunto de datos que siga una distribución de Weibull.
2. **Recopilación de datos:** En esta fase se reunieron los datos necesarios para entrenar el modelo, para esto se generaron miles distribuciones de diferente tipo (Normal, Uniforme, Exponencial, Gamma, Beta, Chi-Cuadrado y Weibull) utilizando la librería random, y se les calculó el máximo, mínimo, la media, la varianza y la desviación estándar, obteniendo de esta manera un dataset de 479220 fila y 5 columnas, luego a cada fila se concateno la clase de forma binaria obteniendo un dataset de (479220, 7) del cual 240.100 distribuciones son efectivamente de Weibull y 239.120 pertenecen a las otras distribuciones antes mencionadas, como se muestra en la figura 1.



```

[ ] DFdatasetReduc.head()

```

	mean	std	var	min	max	no_weibull	weibull
0	1.020122	1.016961	1.034209	-3.186182	5.264727	1.0	0.0
1	0.990001	0.995587	0.991194	-3.805856	4.318165	1.0	0.0
2	1.017029	1.009210	1.018505	-2.565094	5.193394	1.0	0.0
3	0.998896	0.989413	0.978938	-2.684601	4.659836	1.0	0.0
4	1.004144	0.991294	0.982663	-3.320698	4.476392	1.0	0.0

```

[ ] DFdatasetReduc.shape
(479220, 7)

[ ] DFdatasetReduc['weibull'].value_counts()
1.0    240100
0.0    239120
Name: weibull, dtype: int64

```

Figura 1 – Delimitación geográfica del cantón Bolívar

3. **División de conjunto de entrenamiento y test:** En Python, se puede utilizar la función `train_test_split` de la biblioteca `scikit-learn` (`sklearn`) para dividir los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba. Esta función proporciona una forma conveniente de particionar los datos de manera aleatoria, como se muestra en la figura 2.

En este caso, se asigna el 25% (119.805 registros) de los datos para el conjunto de prueba, mientras que el 75% (359.415 registros) restante se utiliza para el conjunto de entrenamiento. La semilla `random_state` se utiliza para garantizar que la división obtenga la misma partición de datos.

```
[13] from sklearn.model_selection import train_test_split

X = DFdatasetReduc.iloc[:,0:-2].values
y = DFdatasetReduc.iloc[:, -2:].values

X_train, X_val, y_train, y_val = train_test_split(X, y, test_size = 0.25, random_state = 42)

print("El conjunto de entrenamiento tiene una cantidad de:",len(X_train), "registros")
print("El conjunto de validación tiene una cantidad de:",len(X_val), "registros")

El conjunto de entrenamiento tiene una cantidad de: 359415 registros
El conjunto de validación tiene una cantidad de: 119805 registros
```

Figura 2 – División del dataset en entrenamiento y validación

- 4. **Entendimiento de los datos:** El machine learning, se basa en los datos, es por ello que el entendimiento de la información que se presenta en circunstancial en su metodología. “En esta parte se realiza básicamente la preparación inicial y análisis descriptivo de los datos, análisis de la calidad de la información.” (Managements solutions, 2018) Esto permitirá reconocer los datos necesarios y relevantes para la construcción del modelo.
- 5. **Preparación de los datos:** Es reconocible el hecho que el machine learning se basa en el entrenamiento de algoritmo, “en función del tipo de aprendizaje al cual se someterán los datos, se pueden clasificar en: supervisado, sin supervisor, por refuerzo o semi-supervisado, de esta forma se da la extracción de características más importantes de los datos, y cuál parte o partes de estos serán usados para construir nuestro modelo de datos.” (Medici, 2022).

A continuación, se muestran los resultados de un análisis de correlación de Pearson, donde se evidencia la importancia de todas las variables respecto a la clase, y de concluye que a pesar de que la desviación estándar y el valor máximo son los mejores predictores, las otras variables también cuentan con un valor de significancia considerable para ser incluidas en el modelo. Se puede observar la matriz de correlación en la figura 3.



Figura 3 – Matriz de Correlación

6. **Modelado:** Este proceso puede entenderse como una serie de pasos iterativos, mediante los cuales “alimentamos” los algoritmos con los datos preseleccionados. Y, luego, se contrarresta con el resultado de salida, el cual será positivo o negativo. El proceso debe repetirse con todos los datos seleccionados hasta finalizarlo. De esta manera, el modelo acumulará la información y quedará “entrenado”, es aquí donde se da la diferencia entre algoritmo y modelo (Medici, 2022).

Para el presente experimento se decidió utilizar una red neuronal artificial compuesta por 5 capas ocultas compuestas por 256, 128, 64, 32 y 16 neuronas respectivamente, más la capa de entrada con un total de 500 neuronas y la capa de salida con un total de 2 neuronas, esta última se la configuró de esta manera al tratarse de una clasificación binaria, teniendo un total de 7 capas densas y 998 neuronas totalmente conectadas, como se muestra en la figura 4.

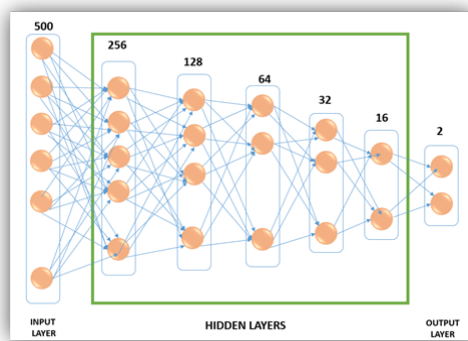


Figura 4 – Arquitectura de la ANN

7. **Análisis de errores:** Posterior al modelado, se debe realizar una revisión para el análisis de errores, esta parte es importante para entender qué es lo que se tiene que hacer para mejorar los resultados de machine learning.
8. **Evaluación del modelo:** Evaluar el rendimiento del modelo en los datos de prueba y compararlo con otros modelos o baseline. En esta instancia, se procura experimentar y utilizar el modelo con distintos datos, y generar validaciones hasta tener un alto margen de confianza en él (Medici, 2022).

2.3. Prueba de Hipótesis

1. Especificar las hipótesis.

La hipótesis nula es:

- ✓ Implementación de redes neuronales para verificar si un conjunto de datos pertenece a una distribución de Weibull, siendo esta más exacta que emplear un método convencional.

Luego, se elige entre las siguientes hipótesis alternativas:

Prueba de hipótesis		
<i>H0: Los datos se ajustan a la distribución dada</i>	Si:	Se acepta
$x_0^2 = \sum_1^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$	$x_0^2 < x_{\alpha,k-p-1}^2$	
	Si:	Se rechaza
<i>H1: Los datos no se ajustan a la distribución propuesta (No H0)</i>	$x_0^2 > x_{\alpha,k-p-1}^2$	

Tabla 1 – Prueba de hipótesis.

- 2. **Elegir un nivel de significancia** (también denominado alfa o α), se selecciona el nivel de significancia de 0.05, que es el más utilizado.
- 3. **Determinar la potencia y el tamaño de la muestra para la prueba.** Se generó 192.080 distribuciones para llevar a cabo la simulación y con ello que el algoritmo determine la Distribución de Weibull.
- 4. **Recolectar los datos.** Generar una serie de números aleatorios, en donde se observará los posibles resultados.
- 5. **Decidir si rechazar o no rechazar la hipótesis nula.** El algoritmo al finalizar su ejecución muestra si se rechaza o acepta la distribución y se concluye si es o no una Distribución de Weibull.

3. Resultados

Después de una revisión de la literatura se identificaron varias funciones implementadas en Python que permitían generar distribuciones de Weibull, para lo cual se seleccionó weibullvariate(alpha, beta), misma que se encuentra implementada en la biblioteca random, de este modo fue posible generar números aleatorios que siguen una distribución Weibull. Además, se originaron otras distribuciones como: Normal, Uniforme, Exponencial, Gamma, Beta, Chi-Cuadrado. De esta manera, se le enviarán como variables de entradas las distribuciones antes mencionadas; Esto se realiza para el entrenamiento de un modelo siguiendo variables de Weibull. En donde se cargó el modelo que previamente entrenado y guardado en otra sesión.

En este caso, se trabajó con datos que fueron creados de manera aleatoria durante el proceso metodológico. En base a esto, se prepararon y se analizaron los datos para verificar que no existieran valores atípicos, de esta manera, tener datos de calidad, por lo que esto facilitó la identificación de los datos relevantes para la elaboración de la red neuronal.

La red neuronal utiliza aprendizaje supervisado, debido a que, conocemos la salida o el resultado esperado, en este caso la variable dependiente, gracias a que se sabía a qué distribución pertenece; esto se debe a que el algoritmo adquiere conocimiento a partir de un conjunto de datos que incluye una etiqueta o del target, este conocimiento previo permite al algoritmo determinar la variable dependiente en datos futuros. En la figura 5, se puede visualizar el Training Loss y el Accuracy de 98% de exactitud del modelo en el conjunto de datos de validación.

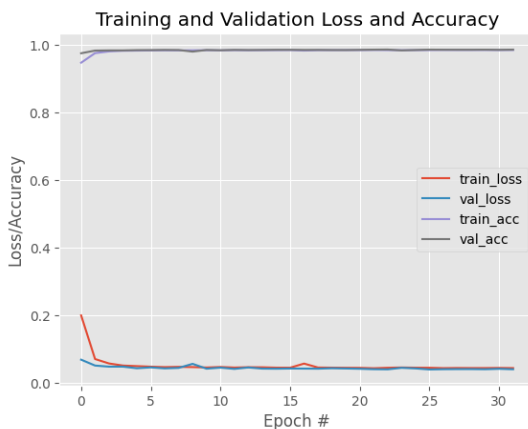


Figura 5 – Grafica de Precisión y perdida en entrenamiento y validación

Se desarrolló una función para predecir a qué distribución pertenece un conjunto de datos. Para ello, se calculó la media, desviación estándar, varianza, el valor mínimo y el valor máximo del conjunto, además, se ha implementado la función de predicción de los parámetros alfa y beta. Utilizando la función `predecirWeibull` para determinar si los datos asignados siguen una distribución Weibull, mientras que la evaluación de cada una de las distribuciones se realizó mediante una red neuronal que ha sido entrenada con datos generados con antelación de cada distribución, proporcionándole como valores de entrada los valores de alfa y beta. Finalmente, se llamará a la función “`predecirWeibull`” para predecir si el conjunto de datos pertenece a una Distribución de Weibull.

Al evaluar el rendimiento en los datos de prueba del algoritmo y compararlo con el método convencional, se realizó una apreciación del modelo. Seguidamente, se implementó el método tradicional, donde, se calcula las frecuencias esperadas y observadas del conjunto de datos, siguiendo una distribución Weibull determinando así las variables min y max, para generar las clases, y para calcular la prueba de bondad de ajustes, se llama la función `chisquare` de la librería `scipy.stats`, que se utiliza para comprobar si los datos siguen una distribución Weibull. El estadístico se compara con un valor crítico de chi-cuadrado que se obtiene usando la función `ppf` de la distribución chi-cuadrado con 95% de confianza y clases-1 grados de libertad.

```
from sklearn.metrics import accuracy_score
accuracy_score(y_test_val,y_pred_BA)

0.7925
```

Figura 6 – Precisión del método tradicional con los datos de test

En el modelo de la prueba de bondad de ajuste (figura 6) se evaluaron 192.080 distribuciones de test y se reflejó un Accuracy del 79 %, por lo tanto, demuestra que se equivoca en reiteradas ocasiones. Por otro lado, en la figura 7 se puede evidenciar la precisión de la ANN con los mismos datos de test.

```
from sklearn.metrics import accuracy_score
accuracy_score(y_test_val,y_pred_ANN)

0.976
```

Figura 7 – Precisión de la ANN con los datos de test

Fases	Cantidad	Red Neuronal		Prueba de bondad de ajuste
		Accuracy	Loss	
Entrenamiento	359.415	0.9859	0.0451	--
Validación	119.805	0.9871	0.0416	--
Test	192.080	0.9760	-	0.7925

Tabla 2 – Resumen de resultados.

Una vez realizadas las pruebas estadísticas y comprobaciones pertinentes como se evidencia en la tabla 2, se puede afirmar que la hipótesis nula es aceptada. Además, se puede afirmar que se ha encontrado evidencia de que las técnicas de simulación pueden ayudar a verificar si un conjunto de datos sigue una distribución de Weibull con mayor precisión haciéndola más exacta que el método convencional. No obstante, es importante tener en cuenta que estos resultados se aplican a las condiciones y parámetros específicos de la prueba, por lo que pueden ser diferentes en otras situaciones.

Por lo tanto, queda demostrado con los resultados obtenidos que el modelo simulado logra superar al modelo convencional, uno de los motivos por los cuales la red neuronal nos da mejores resultados se lo puede atribuir a:

- Capacidad de aprendizaje automático: Las redes neuronales son capaces de aprender patrones y relaciones complejas en los datos sin necesidad de que los investigadores especifiquen explícitamente la forma funcional de la distribución de Weibull.
- Flexibilidad y adaptabilidad: Una red neuronal puede adaptarse a diferentes distribuciones de Weibull sin requerir cambios significativos en su estructura o configuración. En contraste, el método de bondad de ajuste tradicional puede requerir ajustes manuales y pruebas iterativas para adaptarse a diferentes distribuciones o realizar modificaciones significativas en caso de cambios en los datos.
- Manejo de datos complejos: Las redes neuronales son capaces de manejar datos complejos y multidimensionales. La capacidad de las redes neuronales para

procesar y analizar grandes volúmenes de datos les permite capturar relaciones no lineales y patrones sutiles que pueden ser desafiantes de identificar con métodos de bondad de ajuste más convencionales.

- Mejora del rendimiento y la precisión: Las redes neuronales pueden tener un rendimiento superior en términos de precisión de clasificación en comparación con los métodos de bondad de ajuste tradicionales. Esto se debe a su capacidad para modelar relaciones no lineales y capturar características más complejas en los datos.

En resumen, la utilización de una red neuronal para clasificar una distribución de Weibull puede ser más eficiente y efectiva en comparación con el método de bondad de ajuste tradicional. La capacidad de aprendizaje automático, la flexibilidad para adaptarse a diferentes distribuciones, el manejo de datos complejos y la mejora del rendimiento y la precisión son ventajas clave que hacen que las redes neuronales sean una opción atractiva en esta tarea específica.

4. Conclusiones

Las redes neuronales ofrecen una solución más eficiente y automatizada en comparación con la prueba de bondad de ajuste. Mientras que la prueba de bondad de ajuste requiere una serie de pasos manuales, la red neuronal puede aprender y ajustarse automáticamente a la distribución de Weibull sin necesidad de suposiciones predefinidas.

Las redes neuronales son inherentemente más flexibles y adaptables a diferentes conjuntos de datos y distribuciones de Weibull. Pueden capturar relaciones no lineales y manejar datos complejos en comparación con la prueba de bondad de ajuste, lo que las hace más adecuadas para manejar situaciones en las que la distribución de Weibull puede variar o ser desconocida, lo que puede resultar en estimaciones más precisas y mejoras en la toma de decisiones.

Las redes neuronales artificiales (ANN) son una herramienta efectiva para la modelación y análisis de datos complejos en diferentes campos, como la ingeniería, la medicina y la ciencia de datos. En particular, las ANN son útiles en la identificación de patrones y relaciones no lineales en los datos, lo que puede llevar a una mayor precisión en la predicción y clasificación de datos. Además, las ANN son capaces de adaptarse a diferentes distribuciones de probabilidad, lo que les permite ser más flexibles en su capacidad para ajustar los datos a una distribución específica.

En contraste, las pruebas de bondad de ajuste chi-cuadrado son una herramienta estadística utilizada para determinar si un conjunto de datos sigue una distribución de probabilidad específica, como la distribución de Weibull. Sin embargo, estas pruebas tienen algunas limitaciones, ya que suponen que los datos siguen una distribución específica y no tienen en cuenta patrones y relaciones complejas en los datos. Esto puede llevar a errores tipo II y a una menor precisión en la modelación de los datos. En general, las ANN son una alternativa más eficaz a las pruebas de bondad de ajuste chi-cuadrado para la determinación de la distribución de los datos, ya que tienen la capacidad de modelar patrones y relaciones no lineales en los datos y pueden adaptarse a diferentes distribuciones de probabilidad.

En última instancia, la elección entre el uso de redes neuronales o la prueba de bondad de ajuste dependerá del contexto de la investigación, los recursos disponibles y las necesidades específicas del problema. En muchos casos, las redes neuronales pueden proporcionar una alternativa más eficiente y precisa, especialmente cuando se trata de conjuntos de datos complejos o cuando no se conocen de antemano las características de la distribución de Weibull.

Referencias

- Azarang, M. R., & García Dunna, E. (1996). SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE MODELOS ESTOCÁSTICOS. México: McGRAW-HILL.
- Benites, L. (05 de abril de 2022). Distribución de Weibull y análisis de Weibull. Recuperado de Statologos: <https://statologos.com/distribucion-de-weibull/>
- Chen, C., Lin, Y., & Chen, Y. (2020). An efficient neural network optimization approach for big data classification. *Future Generation Computer Systems*, 110, 712-719.
- Chen, H., Liu, Y., Liao, H., & Zeng, X. (2021). Credit card fraud detection based on improved artificial neural network. *IEEE Access*, 9, 26555-26563.
- Gallegos, C., García, F., & Caicedo, F. (2022). Aplicaciones de la distribución de Weibull en el estudio de la fiabilidad. *Revista ConcienciaDigital*. Recuperado de <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/2203>
- Han, X., Li, J., Li, H., Li, Y., & Li, M. (2021). Deep learning for improving accuracy in US National Health Interview Survey data classification. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1), 1-8.
- Heras, J. M. (2019). IArtificial.net. Recuperado de IArtificial.net: <https://www.iartificial.net/fases-del-proceso-de-machine-learning/>
- Li, J., Yang, X., Song, J., Guo, W., Liu, S., & Yang, S. (2022). The application of artificial neural networks in medical decision-making: A review. *Journal of Biomedical Informatics*, 126, 104859.
- Management solutions. (2018). slideshare. Recuperado de slideshare: <https://es.slideshare.net/MairaSantacruz/machine-learning-227790586>
- McKinsey Global Institute. (2018). Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy. McKinsey & Company.
- Medici, A. (2022). Utopia. Recuperado de Utopia: <https://utopia.fundacionbyb.org/pensar/machine-learning>
- Yonar, A., & Yapici, N. (2021). Parameter estimation based on maximum likelihood estimation method for Weibull distribution using dragonfly algorithm. *Mugla Journal of Science and Technology*. Recuperado de <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1888049>

- Zhang, H., Gao, Z., Du, C., Bi, S., Fang, Y., Yun, F., . . . Shen, X. (2022). Parameter estimation of three-parameter Weibull probability model based on outlier detection[†]. *Revista National Library of Medicine*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9709664/>
- Zhang, Y., Li, J., Lu, Z., Liu, X., & Han, J. (2021). An adaptive artificial neural network for financial distress prediction. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 41(1), 1437-1446.

Rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Computación de la ESPAM MFL: Un análisis comparativo de las modalidades de aprendizaje y factores demográficos

Ramón Joffre Moreira Pico¹, María Belén Villao Loo¹, Ramón Agustín Varela Muñoz¹, Ángel Alberto Vélez Mero¹

jmoreira@espam.edu.ec; maria.villao@espam.edu.ec; rvarela@espam.edu.ec;
avelez@espam.edu.

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Campus Politécnico Sitio El Limón, 130601, Calceta, Ecuador.

Pages: 352-369

Resumen: Este estudio analiza el rendimiento académico en la carrera de Computación de la ESPAM MFL, considerando siete períodos académicos y distintas modalidades de aprendizaje. Se utilizó una base de datos con información demográfica y calificaciones finales de los estudiantes. Se aplicaron análisis descriptivos, pruebas de normalidad, comparaciones de grupos y análisis de correlaciones. El objetivo fue examinar las calificaciones en función de las modalidades de aprendizaje y su impacto en el rendimiento académico. También se exploraron relaciones con variables como período académico, género, edad y nivel. Los resultados muestran diferencias en las calificaciones según las modalidades de aprendizaje y factores demográficos. Este análisis contribuye al entendimiento de cómo influyen estas variables en el desempeño de los estudiantes, con potencial para mejorar estrategias educativas y la calidad de la enseñanza.

Palabras-clave: rendimiento académico, modalidades de aprendizaje, análisis de correlaciones, factores demográficos, carrera de Computación

Academic performance of students in the Computing major at ESPAM MFL: A comparative analysis of learning modalities and demographic factors

Abstract: This study analyzes the academic performance in the Computer Science program at ESPAM MFL, considering seven academic periods and different learning modalities. A database with demographic information and final grades of students was used. Descriptive analyses, tests of normality, group comparisons using the non-parametric Kruskal-Wallis test, and correlation analyses using the Kendall's Tau_b correlation coefficient were applied. The main objective was to examine the dynamics of grades in relation to the learning modalities and their potential impact on academic performance. Additionally, relationships between students' average grades and variables such as academic period, gender, age, and level were explored.

The results provide a rigorous and comprehensive insight into the academic performance in the Computer Science program at ESPAM MFL, highlighting differences in grades among different learning modalities and demographic factors. This analysis contributes to understanding how these variables influence students' performance and can be useful for improving educational strategies and teaching quality at the institution.

Keywords: academic performance, learning modalities, correlation analysis, demographic factors, Computer Science program

1. Introducción

En el ámbito de la educación superior, la formación en carreras relacionadas con la computación se ha vuelto fundamental en la sociedad actual, caracterizada por la rápida evolución de la tecnología y la digitalización de diversos sectores (Johnson, Adams Becker, Estrada, & Freeman, 2015). La calidad de la educación en estas áreas es crucial, ya que los profesionales de la computación desempeñan un papel importante en el desarrollo y avance de la tecnología y las soluciones informáticas (Marginson, Tytler, Freeman, & Roberts, 2013).

El rendimiento académico de los estudiantes es un tema de gran relevancia en la educación superior, ya que constituye un indicador clave para evaluar la calidad y efectividad de los programas educativos (OECD, 2019). En este contexto, la carrera de Computación en la ESPAM MFL enfrenta el desafío de adaptarse a las diversas modalidades de aprendizaje y a las características demográficas de su población estudiantil. La presente investigación se centra en el análisis comparativo del rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Computación, considerando las modalidades de aprendizaje (presencial, virtual y semipresencial) y los factores demográficos (género y edad), con el propósito de identificar patrones y relaciones que puedan contribuir a mejorar la calidad educativa en este campo.

Desde sus inicios, la carrera de Computación en la ESPAM MFL ha ofrecido una modalidad de aprendizaje presencial, pero debido a la pandemia de COVID-19, la institución tuvo que adaptarse a las circunstancias y ofrecer la modalidad virtual y semipresencial, causando una disrupción en las formas de trabajo, tanto para los docentes como para los estudiantes. El cambio repentino en las modalidades de aprendizaje ha generado la necesidad de analizar el impacto que estas transformaciones han tenido en el rendimiento académico de los estudiantes y en la calidad de la educación en general (Dhawan, 2020).

El objetivo principal de esta investigación es determinar si existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes en función de las modalidades de aprendizaje y los factores demográficos mencionados. Este enfoque está en línea con investigaciones previas que han destacado la importancia de examinar el impacto de las modalidades de aprendizaje en el rendimiento académico (Bao, 2020) y de considerar factores demográficos como el género y la edad en la evaluación del rendimiento académico (Yilmaz & Bahar, 2017).

Para llevar a cabo este análisis comparativo se toma como referencia siete periodos académicos en los que se incluyen aquellos que se dieron durante la pandemia ocasionada

por el Covid-19. Se emplea una metodología rigurosa y sistemática que incluye: (1) análisis descriptivo de las variables, (2) verificación de normalidad de los datos, (3) comparación de grupos mediante pruebas estadísticas apropiadas y (4) análisis de correlaciones entre las variables estudiadas, bajo una investigación de tipo cuantitativo y correlacional, que permita analizar y describir las relaciones entre las variables de modalidades de aprendizaje, factores demográficos y rendimiento académico. A través del desarrollo y ejecución de cada etapa de la metodología aplicada, se obtienen datos que brindan una visión más profunda y precisa de cómo las modalidades de aprendizaje y los factores demográficos pueden influir en el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Computación en la ESPAM MFL (Czerniewicz, Agherdien, Badenhorst, Belluigi, Chambers, Chili, De Villiers, Felix, Gachago, Gokhale, 2020).

Los resultados de esta investigación podrían proporcionar información valiosa para los responsables de la toma de decisiones en la institución, así como para los profesores y estudiantes, ayudándoles a adaptar y mejorar sus estrategias educativas de acuerdo con las necesidades y características de la población estudiantil (Gillett-Swan, 2017). Además, este estudio puede contribuir al conocimiento general sobre la relación entre las modalidades de aprendizaje, factores demográficos y el rendimiento académico de carreras afines.

2. Materiales y métodos

La investigación llevada a cabo en la carrera de Computación de la ESPAM MFL es de tipo cuantitativo y correlacional, ya que busca analizar y describir las relaciones entre las variables de modalidades de aprendizaje, factores demográficos y rendimiento académico. Para lograrlo, se emplean técnicas y métodos estadísticos, así como el análisis de una base de datos de calificaciones finales y variables demográficas de estudiantes en distintos períodos académicos. A continuación, se presenta el paso a paso metodológico:

Recopilación y preparación de datos: Se obtuvo y preparó la base de datos de calificaciones finales y variables demográficas de los estudiantes de la carrera de Computación de la ESPAM MFL en siete períodos académicos. La preparación de datos implicó la revisión y limpieza de posibles inconsistencias o valores faltantes.

Análisis descriptivo: Se realizaron análisis descriptivos de las variables, incluyendo medidas de tendencia central (media, mediana y moda), dispersión (rango, varianza y desviación estándar) y visualización gráfica de la distribución de los datos (histogramas, diagramas de caja y bigotes).

Verificación de normalidad: Se aplicaron pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para evaluar si los datos seguían una distribución normal. La violación de la normalidad indicó que los datos no presentaban una distribución normal y, por lo tanto, se debían emplear pruebas no paramétricas en análisis posteriores.

Comparación de grupos mediante prueba no paramétrica: Debido a la no normalidad de los datos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si existían diferencias significativas en el promedio de los estudiantes en relación con variables de agrupación como período académico, modalidad de estudio, género, edad y nivel.

Análisis de correlaciones: Utilizando el coeficiente de correlación de Kendall Tau_b, se exploraron las relaciones entre el promedio de los estudiantes y las variables predictoras, incluyendo periodo académico, género, edad, modalidad de estudio y nivel. Se analizaron la significancia y dirección de las correlaciones para identificar posibles asociaciones entre las variables.

Interpretación de resultados y discusión: Se discutieron los hallazgos en el contexto de la literatura existente y se establecieron posibles implicaciones para la enseñanza y la toma de decisiones en la carrera de Computación de la ESPAM MFL.

Conclusiones y recomendaciones: A partir de los resultados y la discusión, se derivaron conclusiones y recomendaciones sobre cómo mejorar la calidad educativa en la carrera de Computación de la ESPAM MFL, considerando las distintas modalidades de aprendizaje y los factores demográficos de los estudiantes.

Esta metodología detallada permite un enfoque riguroso y sistemático en el estudio del rendimiento académico de los estudiantes en la carrera de Computación de la ESPAM MFL, considerando las modalidades de aprendizaje y factores demográficos en juego.

3. Resultados

3.1. Descriptivos de la muestra

En esta sección, se presentan los resultados del análisis de las calificaciones finales de los estudiantes en la carrera de Computación de la ESPAM MFL a lo largo de siete periodos académicos, que incluyen dos semestres presenciales, tres virtuales, uno semipresencial y otro presencial pospandemia. El objetivo principal de este análisis es examinar la dinámica de las calificaciones de los estudiantes en función de las distintas modalidades de aprendizaje y evaluar su posible impacto en el rendimiento académico. Además, se exploró la relación entre las calificaciones obtenidas y variables demográficas como edad y sexo. Las hipótesis planteadas en el estudio buscan determinar si existen diferencias significativas en las calificaciones de los estudiantes según la modalidad de aprendizaje y si las variables demográficas influyen en estas diferencias.

La muestra del estudio incluye datos de calificaciones finales de los estudiantes a lo largo de siete periodos académicos en la carrera de Computación de la ESPAM MFL. En total, se analizaron 1699 datos de estudiantes, de los cuales 29% son mujeres y 71% son hombres. La edad promedio de los estudiantes es de 21,43 años, con un rango de edad entre 15 y 40 años.

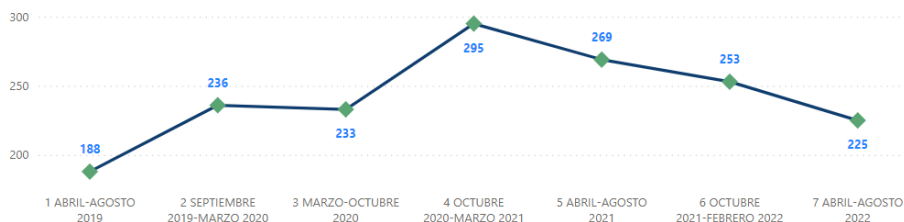


Figura 1 – Estudiantes matriculados por periodos académico

La figura 1 muestra el número de estudiantes y la modalidad de aprendizaje en diferentes períodos académicos. A continuación, se presenta un análisis de los datos:

- En el primer período académico (abril-agosto 2019), había 188 estudiantes en la modalidad presencial.
- En el segundo período académico (septiembre 2019-marzo 2020), el número de estudiantes aumentó a 236 en la modalidad presencial.
- Debido a la pandemia de Covid-19, la modalidad de aprendizaje cambió a virtual en el tercer período académico (marzo-octubre 2020), con 233 estudiantes.
- En el cuarto período académico (octubre 2020-marzo 2021), la modalidad de aprendizaje continuó siendo virtual debido a la pandemia de Covid-19, y el número de estudiantes aumentó a 295.
- El quinto período académico (abril-agosto 2021) también fue virtual debido a la pandemia, y contó con 273 estudiantes.
- En el sexto período académico (octubre 2021-febrero 2022), la modalidad de aprendizaje cambió a semipresencial, con 253 estudiantes.
- En el séptimo período académico (abril-agosto 2022), la modalidad de aprendizaje volvió a ser presencial, con 225 estudiantes.

A partir de este análisis, se pueden observar algunas tendencias:

- Durante los períodos de aprendizaje presencial (períodos 1, 2 y 7), el número de estudiantes varió entre 188 y 236.
- En los períodos de aprendizaje virtual debido a la pandemia de Covid-19 (períodos 3, 4 y 5), el número de estudiantes aumentó, alcanzando un máximo de 295 estudiantes en el cuarto período académico.
- Cuando la modalidad de aprendizaje cambió a semipresencial (período 6), el número de estudiantes disminuyó a 253.

Estas tendencias podrían sugerir que la modalidad de aprendizaje puede tener un impacto en la cantidad de estudiantes en cada período académico. Esta afirmación está respaldada por investigaciones que han explorado el efecto de las modalidades de aprendizaje en el rendimiento académico y la participación estudiantil (Bao, 2020; Dhawan, 2020). Bao (2020) indica que la transición a la enseñanza en línea en tiempos de la pandemia de COVID-19 ha generado cambios en la dinámica de la educación superior, incluyendo la cantidad de estudiantes matriculados en distintos períodos académicos y la forma en que estos estudiantes interactúan con sus pares y profesores.

Por otro lado, Dhawan (2020) sostiene que el cambio hacia la enseñanza en línea ha generado oportunidades para estudiantes que, de otro modo, no podrían haber accedido a la educación superior debido a limitaciones geográficas o de tiempo. Sin embargo, también señala que esta modalidad puede generar desafíos para aquellos estudiantes que no cuentan con las habilidades necesarias para adaptarse a entornos virtuales o que enfrentan problemas de conectividad y acceso a tecnología adecuada.

Es fundamental contrastar estos hallazgos con el contexto específico de la carrera de Computación de la ESPAM MFL y considerar las características demográficas de la población estudiantil al analizar el impacto de las modalidades de aprendizaje en la cantidad de estudiantes en cada período académico (Yilmaz & Bahar, 2017). La evaluación de estas tendencias en el marco de investigaciones previas y el contexto local

puede ayudar a la institución a tomar decisiones informadas para mejorar la calidad educativa y adaptarse a las necesidades de sus estudiantes.

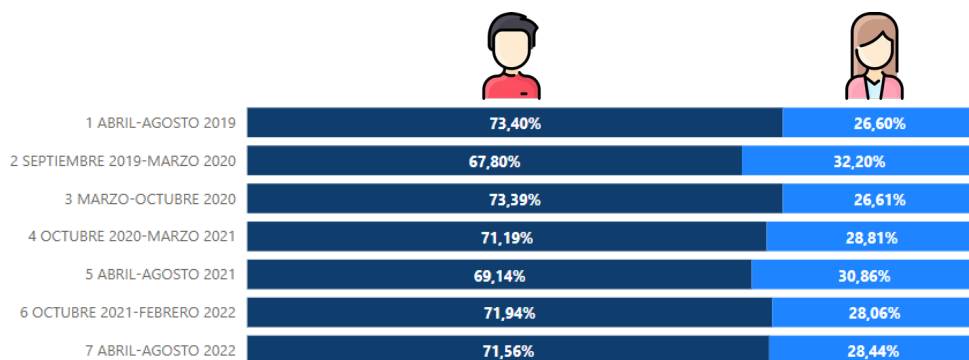


Figura 2 – Porcentaje de estudiantes según el sexo

Figura 2 – Estudiantes matriculados por género

En la figura 2, se observa la distribución de estudiantes por género en diferentes períodos académicos en la carrera de Computación de la ESPAM MFL. En todos los períodos académicos, se observa una mayor cantidad de hombres que mujeres inscritos en la carrera de Computación; la proporción de hombres en cada período varía entre 68% y 73%, mientras que la proporción de mujeres oscila entre 27% y 32%.

A nivel mundial, se ha encontrado que las mujeres están subrepresentadas en disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) (Cheryan, Ziegler, Montoya, & Jiang, 2017). En particular, las mujeres tienden a estar menos representadas en carreras de tecnología de la información y computación en comparación con otras áreas STEM (Hill, Corbett, & St. Rose, 2010). Los resultados de la figura concuerdan con la tendencia general observada en otros estudios, donde las mujeres están subrepresentadas en carreras relacionadas con la tecnología. Para abordar este desequilibrio de género, es necesario promover iniciativas que fomenten la participación de mujeres en carreras de tecnología y desarrollar programas de apoyo y mentoría para mujeres estudiantes en estas disciplinas (Hill et al., 2010).

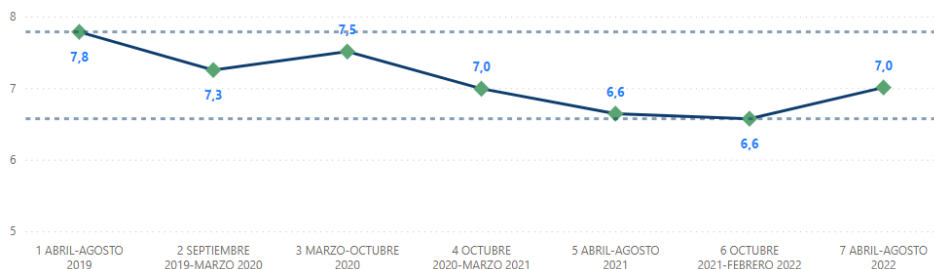


Figura 3 – Promedio de calificaciones generales por periodo académico

La figura 3, proporciona el promedio de calificaciones de los estudiantes en diferentes períodos académicos y modalidades de aprendizaje en la carrera de Computación de la ESPAM MFL. Se observa que las calificaciones promedio en los períodos de aprendizaje presencial (abril-agosto 2019 y septiembre 2019-marzo 2020) son más altas (7,79 y 7,25) en comparación con los períodos de aprendizaje virtual debido al COVID-19 (6,99 y 6,55) y semipresencial (6,57). El promedio de calificaciones aumenta ligeramente en el último período presencial (abril-agosto 2022) a 7,01.

El impacto de la modalidad de aprendizaje en el rendimiento académico de los estudiantes ha sido objeto de investigación en diversos estudios. A raíz de la pandemia de COVID-19, se ha encontrado que el cambio abrupto a la modalidad virtual de aprendizaje ha afectado negativamente el rendimiento académico de algunos estudiantes (Dhawan, 2020). Los factores que podrían contribuir a esta disminución en el rendimiento incluyen la falta de acceso a recursos tecnológicos, el estrés relacionado con la pandemia y la falta de interacción social (Aristovnik et al., 2020). Los resultados de este estudio son consistentes con la literatura, mostrando una disminución en las calificaciones promedio durante los períodos de aprendizaje virtual y semipresencial en comparación con los períodos presenciales. Es importante considerar que estos resultados son específicos para la muestra analizada y que otros estudios pueden mostrar resultados diferentes en función del contexto y la población estudiada.

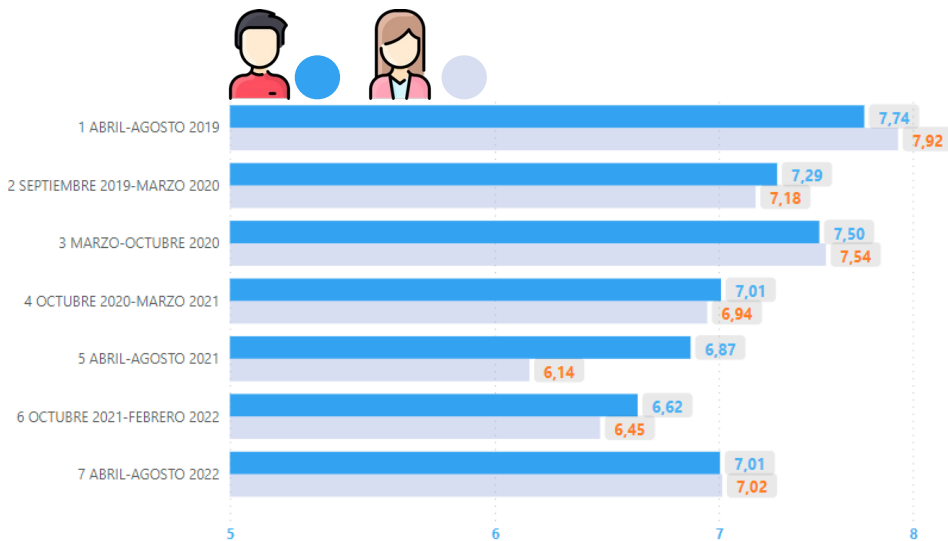


Figura 4 – Promedio de calificaciones según el género por periodo académico

La figura proporcionada muestra las calificaciones promedio de los estudiantes hombres y mujeres en diferentes períodos académicos en la carrera de Computación de la ESPAM MFL, en este sentido, las calificaciones promedio de hombres y mujeres parecen ser bastante similares en la mayoría de los períodos académicos. Investigaciones anteriores han mostrado resultados mixtos en cuanto a las diferencias de género en el rendimiento

académico en el área de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Algunos estudios han encontrado que las mujeres pueden tener un rendimiento similar o incluso mejor que los hombres en ciertas áreas de STEM (Ceci, Williams, & Barnett, 2009), mientras que otros estudios han mostrado diferencias mínimas o no significativas entre los géneros (Hyde, 2014).

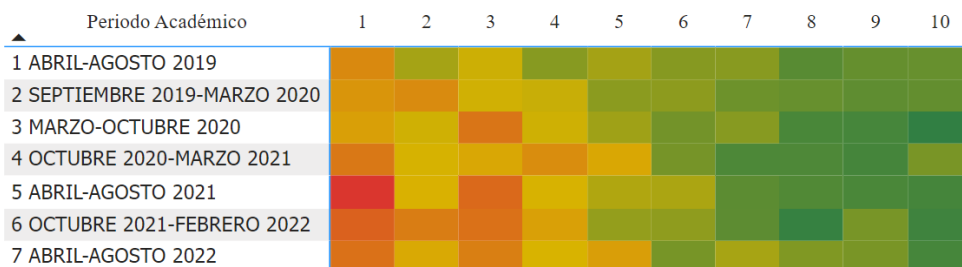


Figura 5 – Mapa de calor de las calificaciones a lo largo de los diferentes periodos académicos en los diferentes niveles de la carrera

El mapa de calor muestra las calificaciones promedio de los estudiantes en diferentes niveles de estudio (de primer nivel a décimo nivel) en distintos períodos académicos en la carrera de Computación de la ESPAM MFL. En general, se puede observar que las calificaciones promedio tienden a mejorar a medida que los estudiantes avanzan en su carrera. Esto puede deberse a varios factores, como el desarrollo de habilidades y conocimientos específicos de la disciplina, la adaptación a las exigencias académicas y el entorno de aprendizaje, y la madurez y experiencia acumuladas.

Algunos patrones notables incluyen:

- En el primer nivel de estudio, las calificaciones promedio son más bajas en comparación con los niveles superiores. Esto puede deberse a la adaptación de los estudiantes al entorno universitario, la transición desde la educación secundaria y la necesidad de familiarizarse con nuevas metodologías de aprendizaje y evaluación.
- A medida que los estudiantes avanzan en su carrera, las calificaciones promedio tienden a aumentar, alcanzando sus valores más altos en los niveles 8, 9 y 10, esto se debe a que, en etapas avanzadas de la carrera, los estudiantes han desarrollado habilidades y conocimientos sólidos en su campo de estudio, lo que les permite obtener mejores resultados académicos.
- Las calificaciones promedio en los niveles intermedios (del 4 al 6) muestran una tendencia mixta, con algunas fluctuaciones. Estas variaciones pueden deberse a factores como la dificultad de los cursos en esos niveles, la dinámica de los grupos de estudiantes y las habilidades de adaptación de los estudiantes a diferentes metodologías de enseñanza y evaluación.

Es importante tener en cuenta que estos patrones pueden verse afectados por factores externos, como la modalidad de enseñanza (presencial, virtual o semipresencial), como

se observó en los períodos académicos afectados por la pandemia de COVID-19. Con base en la afirmación anterior se destaca los siguientes datos:

- Las calificaciones promedio disminuyen en los primeros niveles de estudio durante los períodos 4 (OCTUBRE 2020-MARZO 2021) y 5 (ABRIL-AGOSTO 2021), que corresponden a la modalidad virtual debido al COVID-19.
- En el período 6 (OCTUBRE 2021-FEBRERO 2022), que corresponde a la modalidad semipresencial, las calificaciones promedio en los primeros niveles de estudio son más bajas que en los períodos anteriores y posteriores.

Bajo esta premisa, se afirma que la pandemia de COVID-19 ha afectado de manera desigual a los estudiantes en función de su nivel de estudio y sus habilidades previas en el manejo de tecnologías de aprendizaje en línea. Los estudiantes en etapas avanzadas de sus carreras pueden haber experimentado menos dificultades en la adaptación a las nuevas modalidades de aprendizaje debido a su mayor experiencia y habilidades desarrolladas a lo largo de su formación (Gelles et al., 2020).

EDAD	
Media	21,42789876
Error típico	0,066755339
Mediana	21
Moda	20
Desviación estándar	2,751583504
Varianza de la muestra	7,571211778
Curtosis	8,91027136
Coficiente de asimetría	2,150451191
Rango	25
Mínimo	15
Máximo	40
Suma	36406
Cuenta	1699

Tabla 1 – Análisis descriptivo de edad

La tabla proporcionada presenta un análisis estadístico de las edades de los estudiantes a lo largo de los siete períodos académicos en la carrera de Computación de la ESPAM MFL. A continuación, se presenta un análisis de los datos basado en las medidas estadísticas proporcionadas:

- Media (promedio): La edad promedio de los estudiantes en los siete períodos académicos es de aproximadamente 21,43 años. Esto indica que la mayoría de los estudiantes son jóvenes adultos en etapa universitaria.
- Error típico: El error típico de la media es de 0,0667, lo que indica que la variabilidad en la distribución de las edades de los estudiantes es baja.

- Mediana: La mediana es de 21 años, lo que significa que el 50% de los estudiantes tienen 21 años o menos, mientras que el otro 50% tienen más de 21 años. Esta medida refuerza la idea de que la mayoría de los estudiantes son jóvenes adultos.
- Moda: La moda es de 20 años, lo que indica que la edad más común entre los estudiantes es de 20 años.
- Desviación estándar: La desviación estándar es de aproximadamente 2,75 años, lo que muestra que las edades de los estudiantes están bastante concentradas en torno a la media.
- Varianza de la muestra: La varianza es de 7,57, lo que también indica que las edades están bastante concentradas en torno a la media.
- Curtosis: La curtosis es de aproximadamente 8,91, lo que indica una distribución leptocúrtica, es decir, con colas más pesadas y un pico más agudo en comparación con una distribución normal. Esto sugiere que hay más estudiantes con edades cercanas a la media que en una distribución normal.
- Coeficiente de asimetría: El coeficiente de asimetría es de aproximadamente 2,15, lo que indica una distribución asimétrica positiva. Esto sugiere que hay una mayor concentración de estudiantes más jóvenes en comparación con estudiantes de mayor edad.
- Rango: El rango de edades es de 25 años, con un mínimo de 15 años y un máximo de 40 años. Esto muestra que hay una diversidad de edades entre los estudiantes, aunque la mayoría se concentra alrededor de la media.
- Cuenta: El número total de estudiantes en los siete períodos académicos es de 1.699.

El análisis de las edades de los estudiantes en los siete períodos académicos muestra que la mayoría son jóvenes adultos en etapa universitaria, con una concentración de edades alrededor de la media y una distribución asimétrica positiva. Aunque hay diversidad en las edades, la mayoría de los estudiantes se encuentran en un rango de edad bastante estrecho.

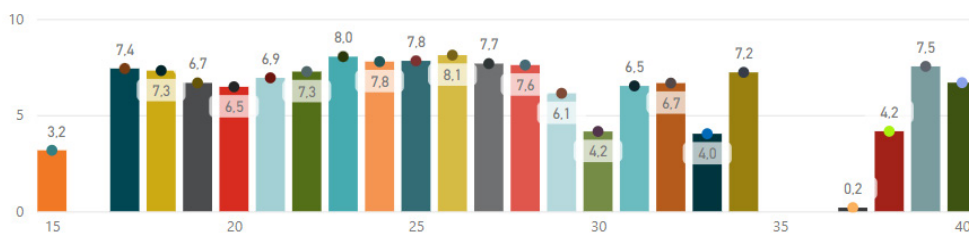


Figura 6 – Promedio de calificaciones según la edad de los estudiantes

La figura 6 muestra los promedios de calificaciones de los estudiantes según su edad, se puede observar que las calificaciones promedio varían entre diferentes edades. Los estudiantes más jóvenes (15 años) tienen un rendimiento significativamente más bajo en comparación con otros grupos de edad. A medida que la edad aumenta (17-22 años), las calificaciones mejoran, y los estudiantes de edades intermedias (23-28 años) muestran

un rendimiento más alto. Después de los 28 años, las calificaciones tienden a disminuir, aunque hay algunas excepciones.

Côté y Allahar (2007) argumentan que los estudiantes más jóvenes pueden enfrentar mayores desafíos en la transición a la vida universitaria y en el desarrollo de habilidades académicas en comparación con sus compañeros mayores. Esta situación podría explicar el rendimiento inferior observado en el grupo de 15 años. En base a estos resultados y al análisis de la tabla proporcionada, se puede concluir que la edad tiene cierta influencia en el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que también existen otros factores que pueden afectar el rendimiento y que podrían explicar las variaciones observadas en las calificaciones promedio según la edad.

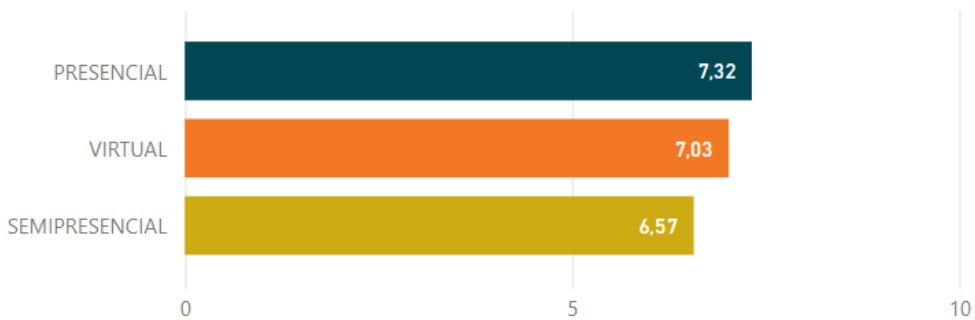


Figura 7 – Promedio de calificaciones por modalidad de aprendizaje

El análisis de los datos muestra diferencias en el rendimiento académico de los estudiantes según las modalidades de aprendizaje: presencial, semipresencial y virtual. El promedio en la modalidad presencial fue de 7,35, en la semipresencial fue de 6,57 y en la virtual fue de 7,05. Estos resultados sugieren que los estudiantes obtienen un rendimiento levemente superior en la modalidad presencial en comparación con las otras dos modalidades.

El cambio en las modalidades de aprendizaje fue impulsado por la pandemia del COVID-19, lo que llevó a muchas instituciones a adoptar la educación virtual o semipresencial para garantizar la continuidad de la enseñanza. La transición rápida hacia entornos de aprendizaje en línea ha generado desafíos tanto para estudiantes como para profesores (Adnan & Anwar, 2020).

Estudios relacionados han encontrado que, aunque la modalidad presencial generalmente ofrece un entorno más estructurado y un mayor apoyo para el aprendizaje, las modalidades virtual y semipresencial pueden ser efectivas si se abordan adecuadamente los desafíos relacionados con la interacción, el compromiso y la calidad de los recursos educativos (Hodges et al., 2020). Sin embargo, la adaptación a las modalidades no presenciales durante la pandemia pudo haber influido en el rendimiento académico, ya que tanto estudiantes como profesores debieron adaptarse rápidamente a las nuevas circunstancias (Adnan & Anwar, 2020).

3.2. Pruebas de normalidad

En el análisis de normalidad, se aplicó la prueba estadística: Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors, la prueba evalúa la hipótesis nula de que los datos provienen de una distribución normal. Si el valor de significación (Sig.) es menor que el nivel de significancia preestablecido (generalmente, $\alpha = 0,05$), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

En este caso, la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors presenta valores de significación inferiores a 0,001, lo cual indica que los datos del promedio de los estudiantes no siguen una distribución normal. Este resultado implica que se deben emplear pruebas no paramétricas en el análisis posterior, dado que las pruebas paramétricas asumen normalidad en la distribución de los datos. La no normalidad de los datos puede deberse a varios factores, como la presencia de valores atípicos, la heterogeneidad en la población estudiantil o la variabilidad en las modalidades de aprendizaje.

Prueba de Kolmogorov – Smirnov para una muestra		Promedio
<i>N</i>		1703
<i>Parámetros normales^{a,b}</i>	<i>Media</i>	7,0552
	<i>Desv. Desviación</i>	2,32230
<i>Máximas diferencias extremas</i>	<i>Absoluto</i>	,175
	<i>Positivo</i>	,114
	<i>Negativo</i>	-,175
<i>Estadístico de prueba</i>		,175
<i>Sig. asintótica(bilateral)</i>		,000c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Tabla 2 – Pruebas de normalidad Kolmogorov – Smirnov para una muestra

Para continuar el análisis, se utiliza la prueba de Kruskal Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas en el promedio de calificaciones entre los diferentes periodos académicos. Dado que la prueba de normalidad indicó que los datos no son normales, no se puede utilizar la prueba ANOVA, en el siguiente apartado se muestran los resultados obtenidos.

3.3. Prueba no paramétrica Kruskal Wallis

En este estudio, se plantean las siguientes hipótesis:

- H_0 : No hay diferencias significativas en el promedio entre variable de agrupación (edad, sexo, nivel, periodo académico, modalidad).
- H_a : Existe al menos una diferencia significativa en el promedio entre la variable de agrupación (edad, sexo, nivel, periodo académico, -modalidad).

El cuadro que se presenta muestra los resultados obtenidos de la prueba de Kruskal-Wallis, donde se evaluó si existen diferencias significativas en el promedio de los estudiantes de la carrera de Computación durante los siete periodos académico analizados, la edad, el sexo, el nivel y las diferentes modalidades que tuvieron los estudiantes debido a la pandemia por el Covid-19.

Análisis	Periodo Académico	Modalidad	Sexo	Edad	Nivel
<i>H de Kruskal-Wallis</i>	39,598	8,931	2,692	181,462	4,595
<i>G_l</i>	6	2	1	22	9
<i>Sig. asintótica</i>	,000	,011	,101	,000	,868

Tabla 3 – Resultado de la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis de las diferentes variables con respecto al promedio

Análisis de los resultados de la prueba de Kruskal – Wallis por cada una de las variables analizadas:

- **Periodo académico:** fueron analizados siete periodos académicos, en este caso, en la prueba de Kruskal-Wallis el valor estadístico de H obtenido fue de 39.598 con 6 grados de libertad y una significancia asintótica de 0.000. Esto indica que hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, es decir, que existe una diferencia significativa en el promedio de los estudiantes en los diferentes periodos académicos.
- **Modalidad:** en los siete periodos académicos analizados se identificaron tres modalidades de estudio: presencial, virtual y semipresencial. Los resultados indican que el valor estadístico de H obtenido fue de 8.931 con 2 grados de libertad y una significancia asintótica de 0.011. Esto sugiere que hay evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alternativa de que hay diferencias significativas en los promedios según la modalidad.
- **Sexo:** El valor de H obtenido fue de 2.692 con 1 grado de libertad y una significancia asintótica de 0.101. Al considerar que el valor de significancia asintótica es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas en el promedio de los estudiantes según su sexo. Por lo tanto, se podría concluir que el sexo no tiene un impacto significativo en el promedio de los estudiantes de la carrera de Computación.
- **Edad:** el valor del estadístico de Kruskal-Wallis es de 181.462 con 22 grados de libertad y una significancia asintótica de 0.000, lo que indica que hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y concluir que existe una diferencia significativa en el promedio entre los grupos definidos por la variable de agrupación edad.

Los hallazgos de este estudio respaldan la idea de que el entorno académico y las políticas institucionales pueden tener un impacto en el rendimiento de los estudiantes (Al-Rahmi et al., 2018). Además, se confirma la importancia de la modalidad de aprendizaje en

el rendimiento académico, destacando que la educación presencial tiende a obtener mejores resultados en comparación con la educación en línea y semipresencial (Longo et al., 2020). Por otro lado, la falta de diferencias significativas en función del sexo concuerda con investigaciones previas que sugieren que las diferencias de género en el rendimiento académico son mínimas y no son un factor determinante (Hyde et al., 2019).

Finalmente, en relación con la edad, se encontró una diferencia significativa en el promedio entre los grupos, lo que podría indicar que la edad puede influir en el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo, es importante considerar que la relación entre la edad y el rendimiento no necesariamente es lineal, y podría variar según el contexto y otras variables (Teixeira et al., 2019).

3.4.Análisis de correlación

A continuación, se realiza el análisis de correlación entre variables, los datos muestran los coeficientes de correlación de Kendall Tau_b entre la variable promedio y cada una de las variables predictoras: periodo, sexo, edad y modalidad. También se proporcionan los valores de significancia bilaterales y el tamaño de muestra para cada variable.

- La correlación entre promedio y periodo es negativa y estadísticamente significativa ($p < 0.01$), lo que sugiere que a medida que el período académico avanza, las calificaciones promedio de los estudiantes disminuyen.
- La correlación entre promedio y sexo es positiva pero no estadísticamente significativa ($p > 0.05$), lo que sugiere que no hay una relación clara entre el sexo de los estudiantes y sus calificaciones promedio.
- La correlación entre promedio y edad es positiva y estadísticamente significativa ($p < 0.01$), lo que sugiere que a medida que la edad de los estudiantes aumenta, también lo hacen sus calificaciones promedio.
- La correlación entre promedio y modalidad (presencial, virtual y semipresencial) es positiva y estadísticamente significativa ($p < 0.01$), lo que sugiere que los estudiantes que estudian en ciertas modalidades (presencial, virtual, etc.) tienden a obtener calificaciones promedio más altas que aquellos en otras modalidades.

Estos resultados indican que el período académico, la edad y la modalidad de estudio son factores importantes que influyen en las calificaciones promedio de los estudiantes de computación, mientras que el sexo no parece tener una relación clara.

		Periodo	Sexo	Edad	Modalidad	Nivel	
Tau_b de Kendall	Promedio	Coeficiente de correlación	-,077**	,033	,177**	-0.27	,420**
		Sig. (bilateral)	,000	,101	,000	,147	,000
		N	1703	1703	1703	1703	1703

Tabla 4 – Resultado del análisis de correlación de las diferentes variables con respecto al promedio

4. Discusión

El presente estudio buscó identificar si existen diferencias significativas en el promedio de los estudiantes de la carrera de Computación en relación a diferentes variables de agrupación, y si estas variables se correlacionan con las calificaciones promedio de los estudiantes. Los resultados encontrados muestran que el período académico y la modalidad de estudio tienen una relación significativa con el promedio de los estudiantes, mientras que el sexo y el nivel de los estudiantes no tienen una relación clara con el promedio. Además, se encontró que los datos no siguen una distribución normal.

La prueba de Kruskal-Wallis es una herramienta útil para evaluar diferencias entre grupos cuando los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza requeridos por las pruebas paramétricas. En este estudio, se encontraron diferencias significativas en el promedio de los estudiantes según el periodo académico y la modalidad de estudio. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que han encontrado que la modalidad de estudio y el periodo académico pueden tener un impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes. Un estudio de Lai y Martens (2017) encontró que los estudiantes de una carrera de ingeniería que tomaban clases en línea tenían calificaciones promedio más bajas que los estudiantes que tomaban clases presenciales. Además, un estudio de DeWinter y Su (2011) encontró que el rendimiento académico de los estudiantes varía a lo largo del tiempo, con una disminución gradual en el rendimiento promedio a medida que avanza el semestre.

En cuanto a la correlación entre las variables de agrupación y el promedio de los estudiantes, se encontró que el período académico, la edad y la modalidad de estudio están significativamente correlacionados con el promedio, mientras que el sexo y el nivel de los estudiantes no tienen una relación clara. Estos resultados son consistentes con estudios previos que han encontrado que la edad y la modalidad de estudio son factores importantes que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes.

Por ejemplo, un estudio de Baytiyeh y Nasser (2016) encontró que los estudiantes mayores tienden a tener calificaciones más altas que los estudiantes más jóvenes, mientras que un estudio de Murtaugh y Burns (2002) encontró que los estudiantes que participaron en programas de educación a distancia tenían calificaciones más altas que los estudiantes que asistían a clases presenciales.

En cuanto a las limitaciones del estudio, se debe tener en cuenta que la muestra utilizada es limitada y puede no ser representativa de la población de estudiantes de la carrera de Computación. Además, los datos recopilados solo incluyen calificaciones promedio y no tienen en cuenta otros factores que pueden afectar el rendimiento académico de los estudiantes, como el estado emocional y la situación personal de los estudiantes. Se recomienda realizar estudios adicionales con muestras más amplias y representativas para confirmar los hallazgos del presente estudio.

5. Conclusiones

Las calificaciones promedio fueron más altas en los períodos presenciales que en los virtuales, y que las calificaciones promedio aumentaron a medida que los estudiantes avanzaron en su carrera. También se observó que las mujeres estaban subrepresentadas

en la carrera de Computación, lo que sugiere la necesidad de fomentar la participación de las mujeres en carreras de tecnología y proporcionar apoyo y mentoría a las estudiantes. Además, se encontró que la pandemia de COVID-19 afectó de manera desigual a los estudiantes en función de su nivel de estudio y sus habilidades previas en el manejo de tecnologías de aprendizaje en línea.

Se puede concluir que existen diferencias significativas en el promedio de los estudiantes de la carrera de Computación en función del periodo académico y la modalidad de estudio, y que la edad está positivamente correlacionada con el promedio, mientras que el sexo no parece tener una relación clara. Además, se encontró que los datos no siguen una distribución normal. Estos resultados pueden ser útiles para la mejora de los programas académicos y la identificación de factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. No obstante, se recomienda realizar estudios adicionales con una muestra más amplia y representativa para confirmar estos hallazgos.

Referencias

- Adnan, M., & Anwar, K. (2020). Online learning amid the COVID-19 pandemic: Students' perspectives. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 2(1), 45-51.
- Alpert, W. T., Couch, K. A., & Harmon, O. R. (2016). A randomized assessment of online learning. *American Economic Review*, 106(5), 378-382. <https://doi.org/10.1257/aer.p20161057>
- Al-Rahmi, W. M., Yahaya, N., & Aldraiweesh, A. A. (2018). The effectiveness of using e-learning in Malaysian Higher Education: A case study Universiti Teknologi Malaysia. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(4), 38-53. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1199531.pdf>
- Aristovnik, A., Keržič, D., Ravšelj, D., Tomaževič, N., & Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 pandemic on life of higher education students: A global perspective. *Sustainability*, 12(20), 8438. <https://doi.org/10.3390/su12208438>
- Bao, W. (2020). COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(2), 113-115. <https://doi.org/10.1002/hbe2.191>
- Ceci, S. J., Williams, W. M., & Barnett, S. M. (2009). Women's underrepresentation in science: Sociocultural and biological considerations. *Psychological Bulletin*, 135(2), 218-261. <https://doi.org/10.1037/a0014412>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1-35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Côté, J. E., & Allahar, A. L. (2007). *Ivory Tower Blues: A University System in Crisis*. University of Toronto Press.
- Crawford, J., Aman, R., & Swaffield, B. (2020). COVID-19: 20 countries' higher education intra-period digital pedagogy responses. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 3(1), 1-20. <https://doi.org/10.37074/jalt.2020.3.1.7>

- Czerniewicz, L., Agherdien, N., Badenhorst, J., Belluigi, D., Chambers, T., Chili, M., ... & Gokhale, C. (2020). A wake-up call: Equity, inequality and Covid-19 emergency remote teaching and learning. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 946-967. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00187-4>
- Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5-22. <https://doi.org/10.1177/2F0047239520934018>
- Gelles, L. A., Lord, S. M., Hoople, G. D., Chen, D. A., & Mejia, J. A. (2020). Compassionate flexibility and self-discipline: student adaptation to emergency remote teaching in an integrated engineering energy course during COVID-19. *Education Sciences*, 10(11), 304. <https://doi.org/10.3390/educsci10110304>
- Gillett-Swan, J. (2017). The challenges of online learning: Supporting and engaging the isolated learner. *Journal of Learning Design*, 10(1), 20-30. <https://doi.org/10.5204/jld.v9i3.293>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hill, C., Corbett, C., & St. Rose, A. (2010). Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics. American Association of University Women. <https://www.aauw.org/app/uploads/2020/03/why-so-few-research.pdf>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27.
- Hrastinski, S. (2009). A theory of online learning as online participation. *Computers & Education*, 52(1), 78-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.003>
- Hyde, J. S. (2014). Gender similarities and differences. *Annual Review of Psychology*, 65, 373-398. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115057>
- Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B., & Williams, C. C. (2019). Gender similarities in mathematics and science. *Psychological Science in the Public Interest*, 20(1), 29-35. <https://doi.org/10.1177/1529100619860395>
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis*. John Wiley & Sons.
- Longo, A., Gómez, M. A., & Hughes, J. E. (2020). Comparing online, face-to-face, and hybrid teaching: A case study in higher education. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(4), 448-470. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1777535>
- López-García, J. J., Rodríguez-Gómez, G., & Hernández-Martínez, P. (2017). Using ANOVA and Regression Analysis to Investigate the Effect of School Variables on Students' Performance. *Journal of Educational Computing Research*, 55(2), 251-266.

- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). STEM: Country comparisons: International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Australian Council of Learned Academies.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2009). Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies. U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation, and Policy Development. <https://eric.ed.gov/?id=ED505824>
- Nandeshwar, S. (2018). Regression Analysis in Educational Research. *Journal of Education and Practice*, 9(5), 95-102.).
- OECD. (2019). Education at a Glance 2019: OECD Indicators. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en>
- Teixeira, R., Silva, E., Santos, E., & Costa, M. (2019). Age and academic performance in higher education: A literature review. *Higher Education*, 78(6), 1073-1093. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00385-0>
- Yilmaz, R., & Bahar, M. (2017). Relationships among academic achievement, learning approaches, and demographic variables: A large sample study. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 2(1), 11-22. <http://www.joltida.org/index.php/joltida/article/view/48>

Machine learning para predecir abandono de estudios en el contexto del COVID-19

Luis Cedeño-Valarezo¹, Jessica Morales-Carrillo¹, Carlos Pierre Quijije-Vera¹,
Sandro Antonio Palau-Delgado¹, Christian Israel López-Mora¹

lcedeno@espam.edu.ec; jmorales@espam.edu.ec; carlos.quijije@espam.edu.ec;
sandro.palau@espam.edu.ec; christian.lopez@espam.edu.ec

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Grupo de Investigación SISCOM, Carrera de Computación, Calceña - Ecuador.

Pages: 370-377

Resumen: El objetivo de esta investigación fue determinar los modelos de *machine learning* más eficientes para predecir la deserción estudiantil en el contexto del covid-19 en la ESPAM MFL. Primero se realizó un análisis exploratorio de datos para revisar anomalías del *dataset*, posteriormente se ejecutó una limpieza de datos. En principio el *dataset* tenía 3029 registros con un claro desbalance de clases con pocos ejemplos de la clase “retirado”. Para equilibrarlo se aplicaron técnicas de balanceo de clases para conservar la mayor cantidad de ejemplos de la clase objetivo y limitar instancias de la otra clase. El *dataset* final quedó con 900 registros, con el que se entrenaron varios modelos de *machine learning* que fueron evaluados con diferentes métricas de rendimiento como son: *precision*, *recall*, *F1-score* y *accuracy*. Como resultado se obtuvo que *random forest* y *decision tree* fueron los de mejor desempeño con *accuracy* de 99% y 98% respectivamente.

Palabras-clave: Modelo de clasificación, entrenamiento de modelo, deserción de estudios

Machine learning to predict school dropout in the context of COVID-19

Abstract: The objective of this research was to determine the most efficient machine learning models to predict student dropout in the context of covid-19 at ESPAM MFL. First, an exploratory data analysis was carried out to review dataset anomalies, then a data cleaning was carried out. Initially the dataset had 3029 records with a clear class imbalance with few examples of the “retired” class. To balance it, class balancing techniques were applied to keep as many examples of the target class as possible and limit instances of the other class. The final dataset was left with 900 records, with which several machine learning models were trained and evaluated with different performance metrics such as: *precision*, *recall*, *F1-score* and *accuracy*. As a result, it was obtained that *random forest* and *decision tree* were the ones with the best performance with *accuracy* of 99% and 98% respectively.

Keywords: Classification model, model training, study dropout

1. Introducción

Machine Learning es una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial (IA) que crea sistemas que aprenden automáticamente, así mismo la IA se conoce por programar computadores para que aprendan a partir de los datos (Díaz-Ramírez, 2021). Aprender en este contexto se refiere a identificar patrones complejos en gran cantidad de datos. La máquina lo que realmente aprende es un algoritmo que revisa los datos y es capaz de predecir comportamientos futuros. Automáticamente, también en este contexto, implica que estos sistemas se mejoran de forma autónoma con el tiempo, sin intervención humana; y permiten abrir campos donde la tecnología tiene un desafío (Jiménez & Díaz, 2021; Alvarado-Salazar y Llerena, 2022).

Por lo tanto, antes de entrenar cualquiera de los múltiples modelos de machine learning, existe un proceso fundamental, este es el Análisis Exploratorio de Datos (EDA), el cual es utilizado por los científicos de datos para analizar e investigar conjuntos de datos y resumir sus principales características, empleando a menudo métodos de visualización de datos. Este mismo ayuda a determinar la mejor manera de manipular los orígenes de datos para obtener las respuestas que necesita, lo que permite descubrir patrones, detectar anomalías, probar una hipótesis o comprobar supuestos, por consiguiente, es un proceso que permite entender la arquitectura de los datasets, evaluar sus características con el fin de hacer predicciones y establecer algunas correlaciones iniciales. En este proceso se identifican los tipos de variables y su distribución, la presencia de datos perdidos y extremos (outliers) y se efectúan análisis univariados, bivariados y multivariados (Atienza, 2021; Marrugo Petro & Melo Mayorga, 2020).

De este modo, al utilizar el EDA con un conjunto, se puede identificar errores obvios, así como comprender mejor los patrones en los datos, detectar valores atípicos o sucesos anómalos, y encontrar relaciones interesantes entre las variables antes de hacer cualquier suposición. Esto mismo garantiza que los resultados que generan sean válidos y aplicables a las conclusiones y objetivos del producto deseado. Así mismo, EDA ayuda a responder las preguntas sobre desviaciones estándar, variables categóricas e intervalos de confianza. Una vez que se ha completado el EDA y se ha extraído la información útil, sus características pueden utilizarse para un análisis o modelado de datos más complejo, incluido el machine learning (Soto Rojas, 2022). Según Orellana Cordero & Cedillo (2020), también hay que tener en cuenta que los valores atípicos pueden afectar significativamente los resultados del análisis de datos por lo que tienen propiedades diferentes con respecto a la generalidad, ya que debido a la naturaleza de sus valores y por ende, a su comportamiento no son datos que mantienen un comportamiento similar a la mayoría, por lo tanto el EDA puede ayudar a identificarlos y comprender su impacto en los resultados del análisis de datos.

Los autores, determinaron con anterioridad que entre los clasificadores más empleados en investigaciones asociadas a deserción y repitencia estudiantil se encuentran Random Forest, Decisión Tree, Naive Bayes, Support Vector Machine, Multi-Layers Neural Networks, entre otros (Cedeño et al., 2022).

Estos clasificadores son especialmente útiles en el contexto actual del COVID-19, ya que han surgido nuevos factores de riesgo que pueden contribuir a la deserción universitaria. De acuerdo con Roque et al. (2023), la pandemia del COVID-19 ha generado un impacto

significativo en la educación a nivel global, con la transición a la enseñanza en línea presentando desafíos considerables tanto para los estudiantes como para los educadores. Esta misma, ha agravado los factores de riesgo de deserción universitaria existentes, incluyendo factores psicológicos, sociológicos, económicos e institucionales. Además, en países con recursos limitados, la brecha digital se ha ampliado, lo que ha complicado el acceso a la educación en línea para los estudiantes más vulnerables. Este escenario ha resultado en una pérdida de aprendizaje irreparable y ha empujado a la deserción a muchos estudiantes universitarios (Seminara, 2021).

La ESPAM MFL es una universidad pública ubicada en el cantón Bolívar, provincia Manabí, República de Ecuador. Debido a la pandemia del covid-19 los centros de estudio de todo nivel se vieron abocados a implementar el trabajo virtual, lo cual representó limitantes especialmente por parte de los estudiantes ante la carencia de equipos adecuados y conectividad para acceder a las clases. Por tal razón, esta investigación tuvo como objetivo principal determinar los modelos de clasificación de aprendizaje supervisado más eficientes con respecto al levantamiento de información sobre la deserción estudiantil en el contexto del covid-19 en la ESPAM MFL.

2. Materiales y métodos

En el presente trabajo se han identificado tres subprocesos: recolección de datos, tratamiento de datos y entrenamiento de modelos de machine learning. Cada subproceso contiene a su vez diversas tareas (figura 1).

En el subproceso de recolección de datos iniciamos recopilando la información proporcionada por la Secretaría de Áreas de la ESPAM MFL, de la misma manera se tuvo acceso a los datos de un cuestionario aplicado por el Vicerrectorado de Vinculación y Bienestar a inicios de la pandemia que contienen información socioeconómica de los estudiantes.

Para el procesamiento de los datos se inició llevando a cabo un proceso de identificación de los estudiantes que se encontraban cursando su último periodo, ya que se decidió excluir a aquellos que habían concluido sus estudios. También se calculó el promedio de desempeño académico de los estudiantes a lo largo de dos periodos, y se unieron los estudiantes en una sola columna, en esta columna se incluyó información importante de los mismos, además de un campo que indica si el estudiante se retiró o no.

Luego se determinó la tasa de retención de estudiantes mediante la clasificación de los estudiantes en dos grupos: los estudiantes que se retiraron y los que continúan con sus estudios. Se obtuvo la cantidad total de estudiantes en cada grupo. Con esta información se procedió a tratar los datos de las encuestas obtenidas, para después de su tratamiento puedan ser relacionadas con los datos proporcionados por secretaría, haciendo uso de la validación cruzada. Para esto, se procedió a realizar una transformación de los datos mediante el proceso de pivoteo, con el objetivo de convertir las preguntas de las encuestas de filas a columnas, logrando así una fila de datos por cada estudiante.

Una vez realizada la transformación de los datos mediante el proceso de pivoteo, se observó que en algunas preguntas se obtuvo respuestas duplicadas. Para solucionar este problema, se implementó una función lambda, con el objetivo de identificar y tratar los

casos en los que se observaban respuestas duplicadas. La decisión se tomó en base al contexto cada pregunta y se aplicó un criterio específico para tratar estos casos.

Luego de tratadas las respuestas repetidas, se llevó a cabo un análisis de los valores nulos presentes en los datos, con el objetivo de identificar las personas que no respondieron correctamente la encuesta. Estos valores fueron eliminados para evitar problemas en el análisis posterior. De la misma manera, se llevó a cabo una transformación de los datos categóricos a numéricos, ya que en varias preguntas se requería conocer la cantidad de respuestas en lugar de conocer las respuestas específicas. Adicionalmente se llevó a cabo una revisión adicional de los valores nulos en los datos y se procedió a eliminarlos.

Después de realizar el conteo se trabajó en la columna de servicios básicos en la cual realizamos la conversión de los datos separándolos y transformándolo a valores binarios esto se realizó dado que en este campo no nos interesa cuantos servicios posee sino cuales de ellos posee.

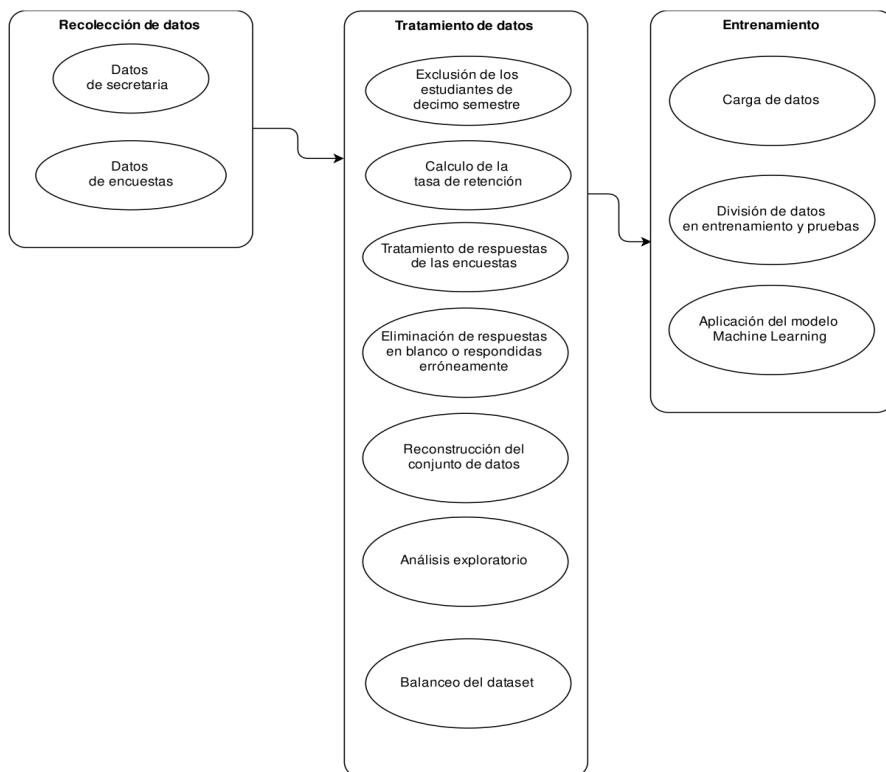


Figura 1 – Diagrama de pasos realizados

Una vez completado el proceso de transformación y limpieza de datos, se llevó a cabo la reconstrucción del conjunto de datos mediante la unificación de los diferentes conjuntos de datos tratados previamente. Como resultado, se obtuvo un conjunto de datos limpio y preparado para su posterior análisis. Cuando estuvo el conjunto de datos limpio y preparado, se inició el análisis exploratorio de los datos. Para esto, se procedió a revisar las características y patrones relacionados con los estudiantes que continuaron con sus estudios. Con estos datos también se pudo identificar a los estudiantes retirados por carrera.

Con los datos obtenidos se procedió a balancear el dataset empleando la técnica SMOTE Tomek para aumentar la clase minoritaria y luego la técnica undersampling aleatorio sin remplazo para disminuir la clase mayoritaria. Posteriormente fueron entrenados varios algoritmos de machine learning para seleccionar los que mostraron mejor rendimiento de acuerdo con las métricas con precisión, recall, F1-score y accuracy.

3. Resultados y Discusión.

Una vez recopilados los datos se obtuvo la cantidad de estudiantes que continúan sus estudios y los que se retiran, identificados con 1 y 0 respectivamente. en la figura 2.

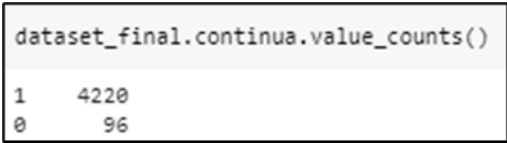


Figura 2 – Estudiantes que continúan o no sus estudios.

Tras la recolección y limpieza de los datos, se obtuvieron 3029 datos de estudiantes. De estos registros, a partir de la variable dependiente, se acumularon los totales de los ejemplos por clases: Aquellos que continuaron con sus estudios (2972 estudiantes) y aquellos que abandonaron sus estudios (57 estudiantes).

Como se puede observar existe un el evidente desequilibrio entre clases debido a que generalmente los estudiantes mayoritariamente continúan sus estudios. Para contrarrestar este desbalanceo entre clases se aplicaron dos técnicas: SMOTE-Tomek para re-sampling aumentando la clase minoritaria con ejemplos sintéticos y undersampling aleatorio sin remplazo para disminuir la clase mayoritaria. Finalmente, el dataset quedó como se muestra en la tabla 1.

Clase	Original	Balanceado
Continua	2972	450
Retirado	57	450

Tabla 1 – Dataset final para el entrenamiento

Para entrenar modelos candidatos se utilizó el dataset balanceado (900 ejemplos), haciendo una división del 70% para entrenamiento y el 30% para prueba del modelo, es decir, los modelos de machine learning se entrenaron con 630 ejemplos y los restantes 270 ejemplos fueron utilizados para evaluar el desempeño de estos.

Una vez entrenados, las métricas de desempeño de los modelos de machine learning se pueden observar en la tabla 2. Se identifica que los modelos con mejor desempeño fueron random forest y decision tree con métricas más altas y estables con respecto a ambas clases, en especial a la clase 0, que es la clase objetivo.

Modelo	Clase	Precision	Recall	F1-Score	Accuracy
<i>Regresión Logística</i>	0	0.87	0.89	0.88	0.89
	1	0.90	0.88	0.89	
<i>SGD Classifier</i>	0	0.84	0.88	0.86	0.86
	1	0.88	0.84	0.86	
<i>Decision tree</i>	0	0.96	1.00	0.98	0.98
	1	1.00	0.96	0.98	
<i>MLP Classifier</i>	0	1.00	0.56	0.72	0.79
	1	0.71	1.00	0.83	
<i>Random Forest</i>	0	1.00	0.97	0.98	0.99
	1	0.97	1.00	0.99	
<i>Máquina de soporte de vectores</i>	0	1.00	0.42	0.59	0.72
	1	0.65	1.00	0.79	

Tabla 2 – Métricas del entrenamiento de los modelos

Las tablas 3 y 4 muestran la matriz de confusión de decision tree y random forest respectivamente, contrastando las predicciones frente a los datos reales. Random forest tiene un accuracy del 99%, mientras que las otras métricas están del 97% en adelante para ambas clases.

A partir de estos resultados, se puede concluir que el random forest es el modelo de mejor desempeño con el dataset con que se entrenaron los modelos, seguido de cerca por decision tree que tiene un accuracy del 98%, en tanto que las otras métricas están del 96% en adelante para ambas clases.

Clase	Retirado	Continua
<i>Retirado</i>	129	0
<i>Continua</i>	5	136

Tabla 3 – Matriz de confusión (Decision tree)

Clase	Retirado	Continua
Retirado	125	4
Continua	0	141

Tabla 4 – Matriz de confusión (Random Forests)

Chengjun Xu et al. (2022) analiza mediante diferentes clasificadores y regresores la deserción en cursos masivos en línea, concluyendo que se puede predecir la deserción en función de datos conocidos de períodos (etapas) anteriores, lo antes señalado coincide con los resultados del presente trabajo, ya que en función del comportamiento y varios datos conocidos de los estudiantes de la ESPAM MFL se puede predecir su continuidad o no en los estudios. Además, destaca la importancia del análisis exploratorio de datos y la preparación de los datasets previo al entrenamiento de los clasificadores o regresores; los autores de la presente investigación coinciden con ese criterio.

4. Conclusiones

El análisis exploratorio de datos es una etapa muy importante en el proceso de machine learning. Se trata de una técnica utilizada para conocer y comprender los datos con los que se va a trabajar, permitiendo así identificar patrones, tendencias y relaciones entre las variables que son relevantes para el problema a resolver. Esto es esencial para poder seleccionar las variables adecuadas y preparar los datos de manera adecuada antes de construir el modelo. Una vez que se ha realizado un análisis exploratorio adecuado, se pueden crear modelos de alto desempeño y generalizables, ya que se tendrá un conocimiento profundo de los datos y se podrán tomar decisiones informadas en cuanto a la selección de algoritmos y parámetros.

Tener un dataset balanceado es importante para que los algoritmos de machine learning puedan determinar patrones en los datos y por ende predecir con mayor exactitud las clases. Se notó que a pesar de haber aplicado la técnica de oversampling Smote-Tomek para balancear el dataset no se logró balancear el dataset, por lo que también se aplicó la técnica undersampling aleatorio sin remplazo con lo que se obtuvo un dataset balanceado entre clases.

En base al entrenamiento que se sometió a los modelos de machine learning con el dataset balanceado, se puede decir que el modelo de random forests obtuvo los mejores resultados entre las alternativas evaluadas, logrando un alto desempeño y una muy buena capacidad de generalización.

Referencias

Alvarado-Salazar, R., Llerena, J.(2022) Revisión de la literatura sobre el uso de Inteligencia Artificial enfocada a la atención de la discapacidad visual. Universidad Politécnica Salesiana. *InGenio Journal: La revista de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ*, ISSN-e 2697-3642, 5(1).

- Atienza, E. G. (2021). Análisis exploratorio de datos. *Una variable*. 61. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/34082>
- Cedeño-Valarezo, L., Morales-Carrillo, J., Quijije-Vera, C. P., Palau-Delgado, S. A. (2022). Modelos predictivos aplicados en la educación: Casos abandono de estudio. *ENCRIPTAR*, Vol. 5, Núm. 10 ISSN: 2737-6389.
- Chengjun Xu, · Guobin Zhu, Jian Ye, Jingqian Shu. (2022). Educational Data Mining: Dropout Prediction in XuetangX MOOCs. *Neural Processing Letters*, 54, pages 2885–2900. <https://doi.org/10.1007/s11063-022-10745-5>.
- Díaz-Ramírez, Jorge. (2021). Aprendizaje Automático y aprendizaje Profundo. Ingeniare. *Revista chilena de ingeniería*, 29(2), 180-181. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000200180>
- Jiménez, A., & Díaz, J. (2021). Revisión sistemática de literatura: Técnicas de aprendizaje automático (Machine Learning). *Cuaderno Activa*, 13(1), 113–121.
- Marrugo Petro, H. M., & Melo Mayorga, J. A. (2020). Propuesta análisis exploratorio de datos georreferenciados y temporales, caso de estudio: producción nacional del oro 2012 a 2020. *Fundación Universitaria Los Libertadores*. Sede Bogotá., 1–23. <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/3596>
- Orellana Cordero, M. P., & Cedillo, P. (2020). Detección de valores atípicos con técnicas de minería de datos y métodos estadísticos. *Enfoque UTE*, 11(1), 56–67. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n1.584>
- Roque, Y., Pacori, W., Pacori, A., & Quispe, W. (2023). Factores de riesgo de deserción universitaria durante la pandemia de COVID- 19. *Polo del Conocimiento*. 8(3), 2121–2132. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i3>
- Seminara, M. P. (2021). De los efectos de la pandemia COVID -19 sobre la deserción universitaria: desgaste docente y bienestar psicológico estudiantil. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 33(2), 402–421. <https://doi.org/10.54674/ess.v33i2.360>
- Soto Rojas, C. (2022). Mapas interactivos: una herramienta para el análisis exploratorio de datos ético. *Revista Tecnología en Marcha*, 35, 24–31. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i6.623>

Sistema de monitoreo para adquisición de datos de sistemas eléctricos vía mensajes SMS para centros de datos de Educación Superior

John Peñafiel-Espinoza¹⁻⁴, Carlos Pupiales-Yépez², Cesar Moreira-Zambrano³,
Jaime Michilena-Calderón⁴, Fabián Cuzme-Rodríguez⁴

jpenafiel@dos.com.ec; chpy@es.aau.dk; armando.moreira@utm.edu.ec;
{fgcuzme; jrmichilena}@utn.edu.ec

¹ DOS, Avenida Occidental Oe6-201 y José Miguel Carrión, Quito, Ecuador.

² Aalborg University, Fredrik Bajers Vej 7K, 9220 Aalborg Øst, Dinamarca.

³ Universidad Técnica de Manabí, Avenida Urbina, 130105, Portoviejo, Ecuador.

⁴ Carrera de Telecomunicaciones, Facultad Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Avenida 17 de Julio, 5-21 y General José María Córdova, 100105, Ibarra, Ecuador.

Pages: 378-394

Resumen: Este artículo presenta los resultados obtenidos del diseño e implementación de un sistema de monitoreo para generar notificaciones de fallas o falta de energía específicamente en un tablero de distribución eléctrico. Las variables eléctricas son monitoreadas en tiempo real por medio de tres mecanismos, la primera es ir a sitio y observar los valores por medio del módulo de medición, la segunda opción es por vía Ethernet accediendo al sistema de monitoreo mediante una dirección IP, y la tercera opción es la más importante y sencilla que se basa en utilizar mensajería de texto (SMS). El sistema se diseñó acorde a las normas IEC 61557-12 y la norma DIN EN 61000-4-2,5,11 que establece el uso, comportamientos y compatibilidades de dispositivos eléctricos en sistemas de distribución de baja tensión. En el desarrollo del prototipo fue necesario utilizar un módulo digital para la lectura de variables eléctricas, que pueda soportar energía eléctrica de baja tensión; adicional se consideraron módulos Long Term Evolution (LTE), Arduino y 802.3 para generar la comunicación con el tablero de distribución y monitorear los estados de las conexiones de energía. Las pruebas de funcionalidad demostraron la correcta toma de los datos de medición de los valores eléctricos y resultados de las notificaciones que genera el sistema.

Palabras-clave: Modbus, LTE, Medidor digital PAC 3100, tablero general de distribución, módulos de medición.

Monitoring system for the acquisition of electrical system data via SMS messaging for Higher Education data centers

Abstract: This article presents the results obtained from the design and implementation of a monitoring system to generate notifications of faults or lack

of energy specifically in an electrical distribution board. The electrical variables are monitored in real time by means of three mechanisms, the first one is to go to the site and observe the values through the measurement module, the second option is via Ethernet accessing the monitoring system through an IP address, and the third option is the most important and simple one based on the use of text messaging (SMS). The system was designed according to IEC 61557-12 and DIN EN 61000-4-2,5,11 standards, which establishes the use, behavior and compatibility of electrical devices in low voltage distribution systems. In the development of the prototype, it was necessary to use a digital module for the reading of electrical variables, which can support low voltage electrical energy; in addition, Long Term Evolution (LTE), Arduino and 802.3 modules were considered to generate communication with the distribution board and monitor the states of the power connections. Functionality tests demonstrated the correct collection of measurement data of electrical values and results of the notifications generated by the system.

Keywords: Modbus, LTE, PAC 3100 Digital meter, General distribution board, Measurement modules.

1. Introduction

In the field of communication, specifically in industrial environments, there is currently a growing interest in the control and monitoring of reliability, self-sufficiency, and emergency systems in power supply networks for industrial buildings (Fernández Martínez et al., 2009).

There is a variety of companies that generate a plethora of highly developed applications on this subject, most of which have significant economic value, making it expensive to access the product. In the industrial or business sector, the distribution of electrical energy is of vital importance for the operation of equipment, devices, or machines (Ahmed et al., 2021). Poor operation can generate failures, which could cause breakdowns to machines or equipment, thus directly affecting the economy (Rahimpour et al., 2022).

Industrial networks can be determined as a series of interconnected equipment or stations with the function of obtaining available input/output information from one or several devices on the network (Aqueveque et al., 2021; Fernández Martínez et al., 2009). Therefore, these networks are made up of control and/or measurement equipment such as:

- Controllers
- Actuators
- Control systems
- Industrial PCs
- Smart modules

A. Smart Grid

Smart grids or also known as Smart Grid are the current solution to the energy problems occurring in some countries worldwide regarding the non-efficient consumption of electrical energy. The deployment of Smart Meters is growing rapidly globally, around 1 billion Smart Meters were installed worldwide until 2022 (López Vásquez, 2016). According to (Palacios, n.d.) the development of technology has played a transcendental role for humanity during the last decades, to the point of becoming a fundamental part in

our lives, this is how most homes have a large number of electrical and electronic devices (telephone, television, computer, sound equipment, refrigerator, microwave, iron, among others); this evolution has brought with it the need to generate and distribute large amounts of electrical energy around the world.

It is important to consider communication technologies that allow sending information to cloud management platforms; one can consider studies already done such as the one that analyzes the deployment of existing and new communication technologies (ZigBee, WMN, Wi-Max, Cellular Network, and Sub-GHz, LoRa) used by Smart Grid networks as well as for Smart Meter, and provides a clear view of current research on smart meters with some future directions and guidelines for India. In this area in the previous research some management and communication protocols were reviewed in a theoretical way that allowed defining possible protocols to be used, being ZigBee one of the communication protocols for HAN environments that can be adapted in a simple way, likewise for the control of the electronic device information the MQTT protocol was considered for being a protocol oriented to the Internet of Things (IoT).

B. Power Line Communication Systems (PLC)

PLC is a technology for transmitting data and media signals using power lines, the advantage of PLC is that there is no need to configure separate communication lines, thus reducing implementation costs, most modern PLCs handle high data rates. Although for efficient communications some challenges such as noise, multipath, interference, attenuation and electromagnetic interference (EMI) must be overcome (Peng et al., 2020).

Most of the electric companies worldwide implement 24 hours a day, 365 days a year power monitoring plans in their operations in order to have reliability of their equipment (González Montesinos, n.d.). Schneider Electric, a European company with global reach based in Ecuador, has a portfolio of energy management and automation products such as modules for critical systems, advanced metering, monitoring software and energy control, which allow a complete management of power generation and supply in homes or businesses (Schneider Electric, 2023), but the costs of implementing these systems can be very high for small companies.

The monitoring system is composed of three parts: the first is the measurement of electrical variables using the Modbus protocol, which is ideal for this application (Gaitan & Zagan, 2022; Jaloudi, 2019), the second is the collection and interpretation of the collected information, and the third is the wireless connection with the user through an LTE (Long Term Evolution) service suitable for instant notifications. (González et al., 2017)

This article focuses on the instrumentation and connections used for the reading of the electrical variables that each of the electrical phases of the distribution board presents, then it shows the collection, manipulation and interpretation of the Modbus information that will be obtained, then it indicates the different methods to visualize and receive the notifications, giving, as a last step, the final scheme of the entire monitoring system. For the testing process the generated prototype was tested in the electrical distribution board of the Data Center of the Faculty of Engineering in Applied Sciences (FICA) of the Technical University of the North (UTN), generating alerts of any electrical anomaly such as the absence of energy throughout the site. The system was able to prevent unplanned

outages in the computer equipment, considering that the UPS (Uninterruptible Power Supply) of the site is not in operation due to failures and its useful life has already ended.

The following sections of the article are structured as follows: Section 2 describes the materials and methods in which the design and implementation of the prototype is addressed. Section 3 details the verification of the system in operation of each of the modules, as well as the results obtained from the communication system to the notification application, and finally in section 4 the conclusions of the work done are shown.

2. Methodology

The design was carried out based on the V-model (Cera, 2021), which consists of a top-down phase where the project requirements are established and the other bottom-up phase where the requirements are verified (testing). With the help of this methodology the necessary requirements for the functionality of the system are determined, considering the current situation of the electrical distribution board of the data center of the FICA of the UTN, this allowed to determine the different hardware and software components that were established for the design of the prototype.

A. Block Diagram

Figure 1 below shows the block diagram that contextually represents the general process and function performed by each stage of the monitoring system.

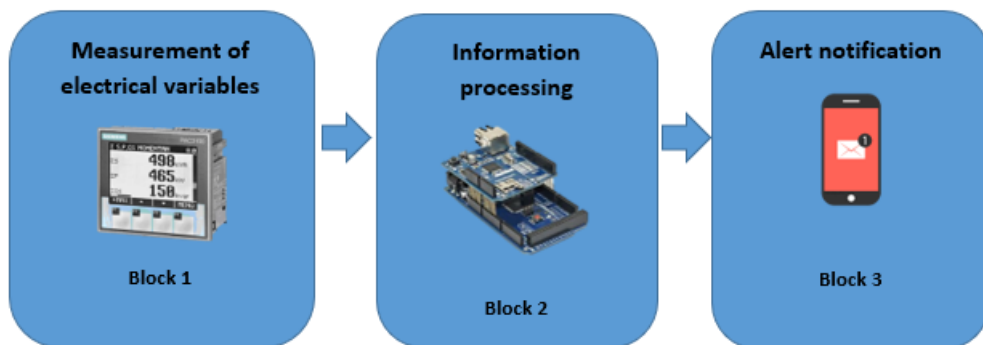


Figure 1 – Electrical monitoring system block diagram

Block 1. It consists of the PAC 3100 electrical variable measurement device from the electrical panel.

Block 2. It includes information processing, where the measured data is received, manipulated, and interpreted by an Arduino Mega 2560.

Block 3. This part shows the notifications that the user receives when there is any electrical anomaly on site. These notifications are sent via LTE technology as text messages (SMS), and the values of the different variables can be viewed via the web.

B. System architecture

The monitoring system is basically designed with an electrical variables measurement module cataloged as a slave and it communicates through the modbus protocol that works under a master-slave architecture, so the central master node receives and interprets the modbus information, it also allows communication with an LTE mobile network for notifications to the mobile device and a TCP/IP network for notifications on a website, it is so that the information sent by the modbus slave is received and verified by the master to generate notifications and interpret the information in a tangible way for display on a web (Găitan & Zagan, 2021). Figure. 2 shows the overall system architecture.

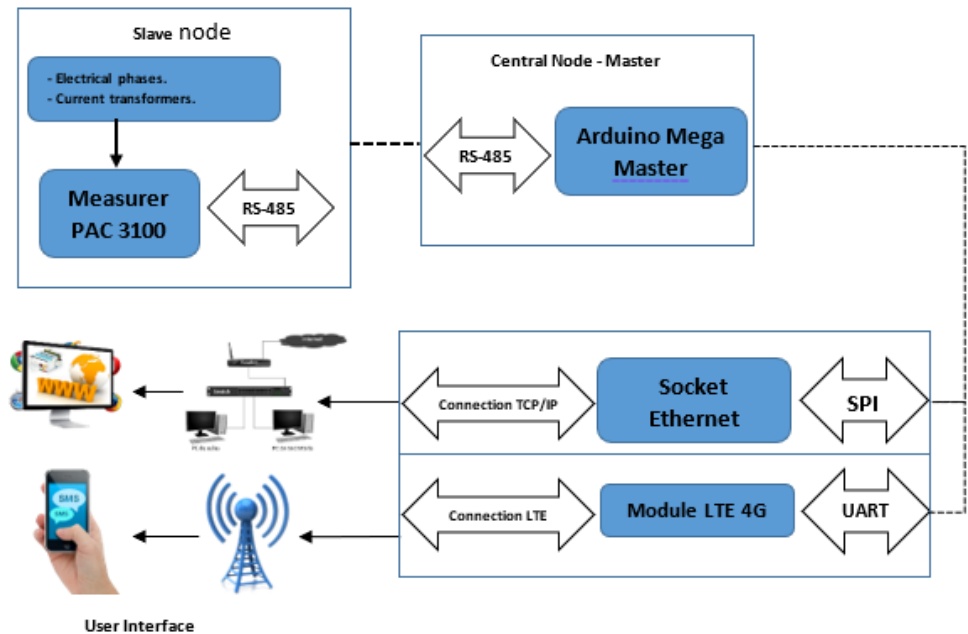


Figure 2 – System Architecture Model in general

C. Connection diagram of the PAC 3100 meter and its components

There are 2 types of connections for this measurement device, the 3P3W and the 3P4W. The connection made was based on the electrical conductors present in the distribution panel which were identified to have 3 electric phases and a neutral. Based on this information, the 3P4W (3 phases-4 conductors) connection is considered. Additionally, 3 current transformers are installed (one for each phase) to obtain readings of this variable. Figure. 3 shows the PAC 3100 connection of all these components.

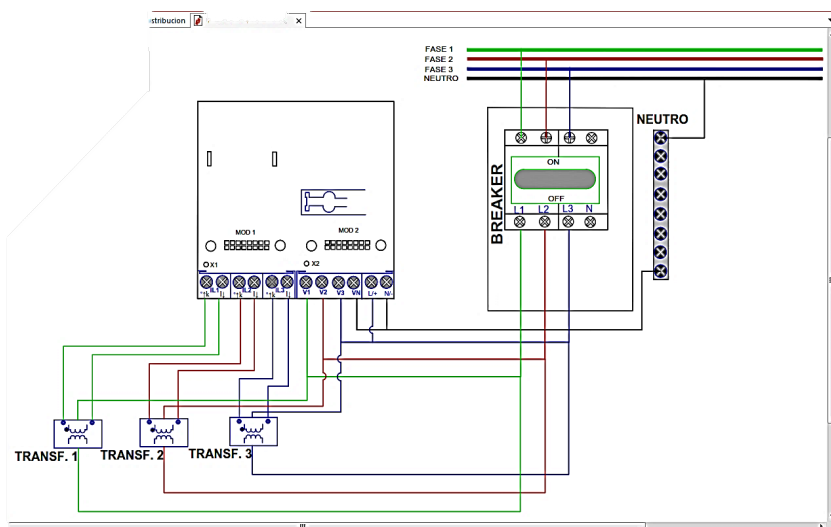


Figure 3 – Connection diagram of PAC 3100 and its components

D. Monitoring system design

Figure 4 represents a point-to-point topology because only the central master node (Arduino Mega) and the measurement device determined as a slave are involved in the information exchange.

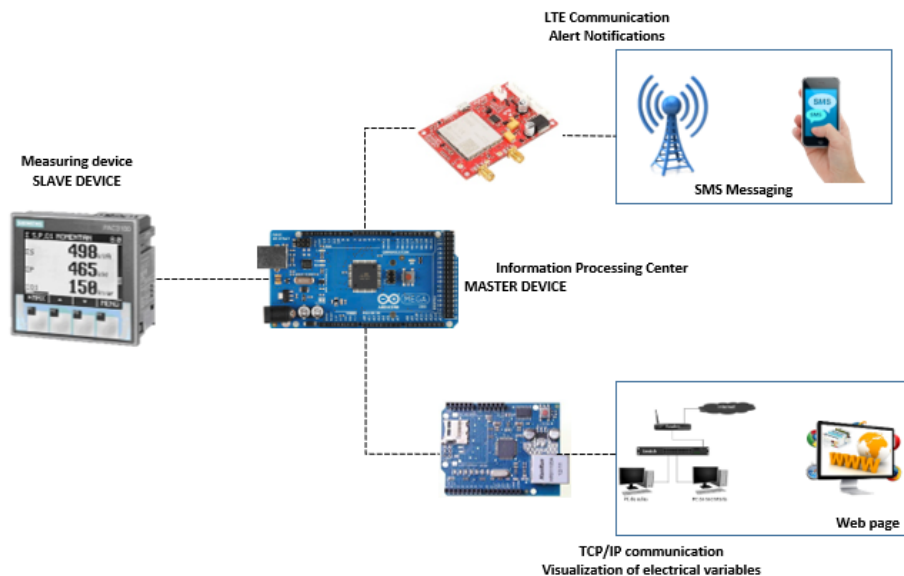


Figure 4 – Schematic of the monitoring system

The entire system is composed of the PAC 3100 meter as the slave, the central node as the master, and the different modules for both wireless communication (LTE module) and TCP/IP communication (802.3 socket).

Slave Device. - It is represented by the PAC 3100 low voltage digital meter (see Figure. 5), the readings measured from the electrical distribution board are received as long as the Arduino mega (master) requests it. To get the current readings it is necessary to use current transformers as shown in Figure 6. With the voltage and current readings, it is possible to obtain the power readings of each electrical phase.

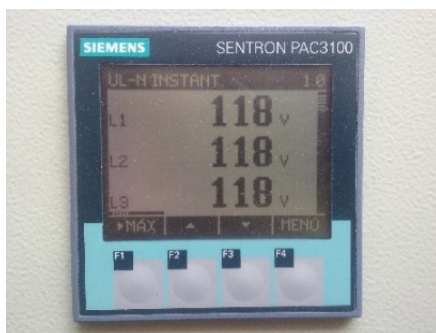


Figure 5 – Slave device – PAC 3100

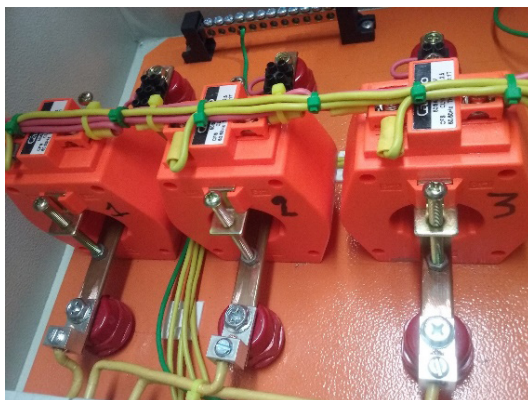


Figure 6 – Current transformers

Central Processing Node Module. - The central processing unit of the monitoring system is the main base (see Figure. 7). In order to establish communication with the slave node, it is necessary to use a MAX 485 integrated circuit (RS-485) between the slave and the master. Once the values are received, they are processed and by means of the IEEE 754 standard, the conversion is performed in a format understandable to the user, this is

achieved by programming in Arduino visualizing a test from the console (see Figure. 8) and by means of the 802.3 socket, the data is visualized through a web page.



Figure 7 – Central Processing Node

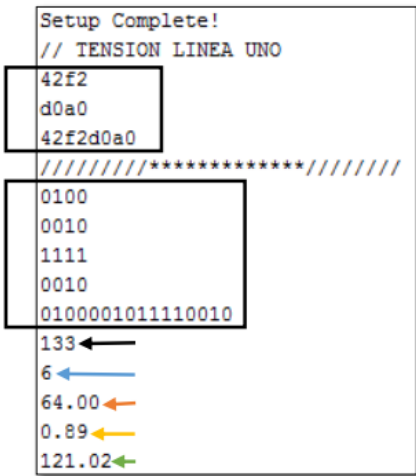


Figure 8 – Electrical variable data conversion output on the Arduino console

LTE Communication. - To establish this communication, it was necessary to use an LTE module as shown in Figure 9. This module was chosen due to its instant SMS messaging capabilities, which is one of the specific and main functionalities of the system.

Modbus RTU protocol conversion. - To read values with the modbus protocol format, it was necessary to use an arduino library called “ModbusMaster.h”. Most of these libraries met the majority of the specifications, except for the most important one, which was that none of them generated the float data type as specified in the PAC 3100 datasheet. The values obtained are of decimal or floating type, which, the IEEE 754 standard for floating point arithmetic is used, thus giving a reliable and understandable result for the user (Ayusharma0698, 2020), as shown in Table 1.

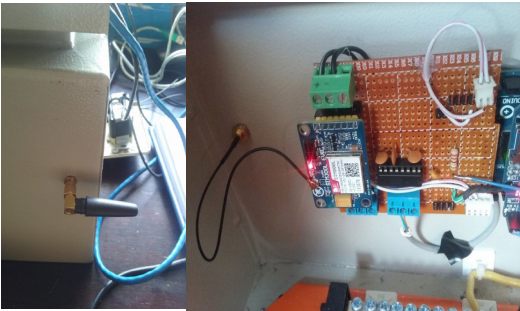


Figure 9 – System LTE Module

Offset	# Record	Variable	Format	Unit
1	2	Voltage L1-N	Float	V
3	2	Voltage L2-N	Float	V
5	2	Voltage L3-N	Float	V

Table 1 – Voltage information records.

System power supply. - Due to the fact that the monitoring system is being powered by the distribution panel, it was necessary to install a backup power supply, as a power outage would render the monitoring system inoperable. For powering the system modules, a 12 [V] and 4 [A] rechargeable dry battery was chosen, taking into account the power supply characteristics of each system component.

An optimal voltage of 9 [V] was used for the operation of the Arduino as it is in a stable range without giving overvoltage problems. The current consumption of the socket 802.3 is 75 [mA], that of the MAX 485 integrated circuit is 70 [mA], and that of the LTE module is 1.0 [mA] at rest, which amounts to a total of 146 [mA] with a power of 1.53 [W] used by the Arduino. With these consumptions, the battery autonomy would be up to a maximum of 3 hours. See Figure. 10.

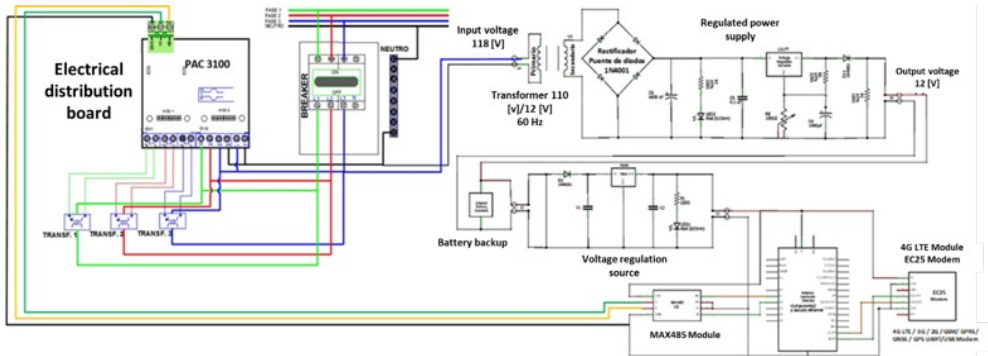


Figure 10 – Total system design of monitoring system

Software Design. - By means of flowcharts, the development of the software is facilitated both in its programming and in the order that each of the functions of the system has to fulfill, so in Figure 11 and 12 all the steps to be followed by the monitoring system are determined.

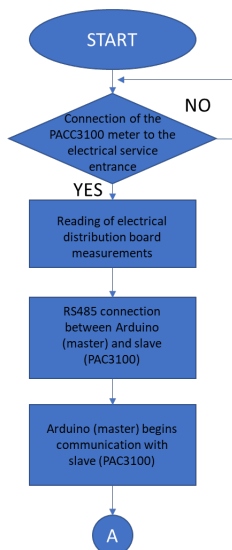


Figure 11 – Information exchange process I

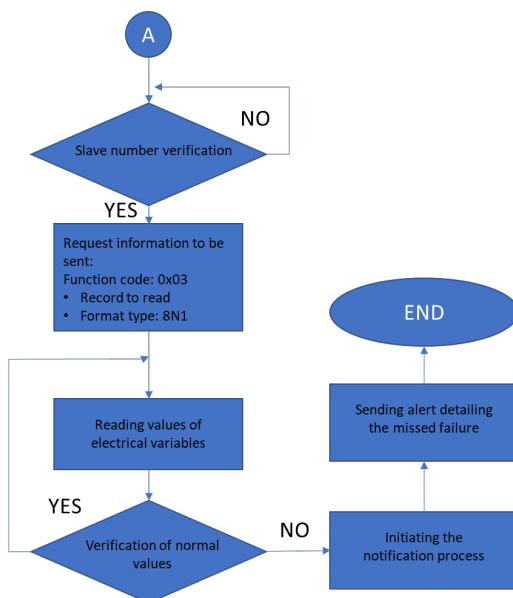


Figure 12 – Information exchange process II

This process starts with the readings from the meter that are received by the master. Once received, they are verified, and if there is any data with an anomaly (variable =0; power outage), it goes through the process of generating alert notifications and sends them to the user, thereby informing them of any issues on-site.

When specifying the alert message, the master sends the command AT+CMGF=1 to the LTE module, which sends an SMS, where 1 represents the message type. Additionally, the command AT+CMGS="recipient phone number" is added. With these commands, the SMS text message will be sent to the recipient phone number. This entire process is detailed in Figure 13.

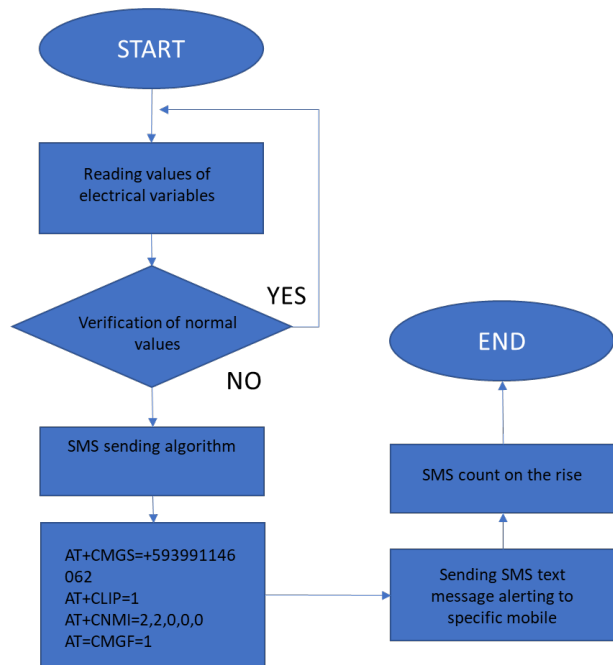


Figure 13 – SMS sending process.

Web Platform. - The project established the creation of a website where the electric board measurement readings could be viewed in real-time. The HTML code was added to the programming of the main node's Arduino, allowing the web service to be processed within the same system, eliminating the need for external servers to access the collected information.

3. Results and Discussion

To test the functionality, the system was implemented at the Data Center of the Faculty of Applied Sciences Engineering of the Technical University of the North. A new

electrical cabinet with all the components was installed to achieve our objective. Figure 14 shows the location where the system is placed (red box). 14 shows the location where the system is placed (red box), located at the end of the electrical connection and where the new electrical panel is placed, slave node as shown in Figure 15 and master node as shown in Figure 16.

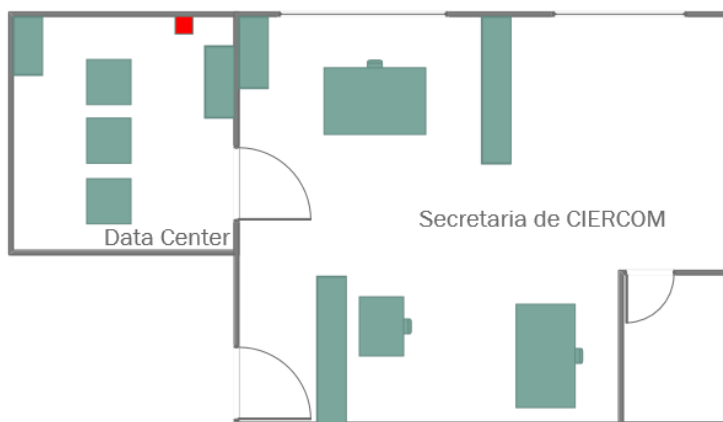


Figure 14 – Location of the monitoring system



Figure 15 – Slave node (PAC 3100) in electrical cabinet

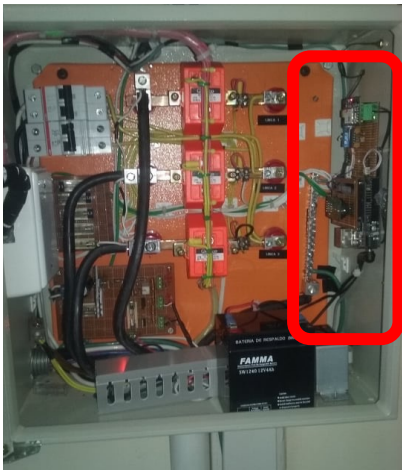


Figure 16 – System master node in electrical cabinet

To establish optimal project data, functional tests of the entire monitoring system were carried out. A situation was created in which 2 electrical phases were left without power, resulting in a reading of 0 in these 2 phases, as shown in Figure 17.



Figure 17 – Reading of electrical variables with power cut off

3.1. Data verification

The master node sends requests every second to the slave node, so any electrical variation is detected and analyzed. The information of power failure in two of the three phases is received by the master node, which executes the programming method that starts the process of verifying the obtained reading variables.

The check result shows that phases L1 and L2 have no power, which triggers the alert notification process through SMS messages specifying the power failure in certain

phases, thus allowing the responsible person to know the problem immediately. The process is shown in Figure 17.

Voltage	Currents	Power
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
118.02	0.10	0.44
SMS Sent: Failure in the electrical system - Line 1 SMS Sent: Failure in the electrical system - Line 2 SMS Sent: Messages Used: 2 de 30 SMS Totals		

Table 3 – Notification Generation

3.2.Notification generation

Once the notification is generated, the master node proceeds to the SMS sending algorithm and searches for the assigned person’s mobile number. The LTE module will then establish a connection to a 4G network and proceed to send the message, as shown in Figure 18.

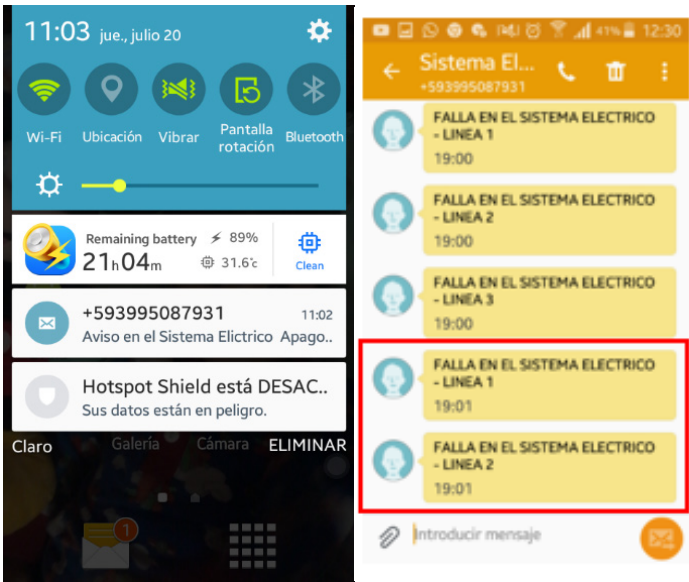


Figure 18 – SMS alert notification

3.3.Reporting

Once an anomaly occurs, the system practically saves it in the database option (micro-SD) located in the master, thus generating a list of reports establishing the date, time,

and the problem tha
will be stored in a .tx

```
Thursday 25.04.2018 20:28:50 -->Falla en la L1 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:29:20 -->Falla en la L2 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:29:31 -->Falla en la L3 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:30:00 -->Falla en la L1 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:30:12 -->Falla en la L3 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:54:10 -->Falla en la L1 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:54:22 -->Falla en la L2 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:55:19 -->Falla en la L1 :0.00 [V]
Thursday 25.04.2018 20:55:30 -->Falla en la L2 :0.00 [V]
```

19. This information

Figure 19 – List of electrical failure reports.

3.4. Data visualized through the web

The programming code contains a sentence that allows you to detail when a connection is being established, thus verifying that there is a connection and communication between client-server based on the TCP/IP protocol stack. By means of the programming, an HTML web site was implemented to show the values received from each of the electrical phases as shown in Figure 20. The page shows in text the measurements taken specifying each of the monitored phases and its value.



Figure 20 – List of electrical failure reports.

The final results allow us to appreciate the functions and advantages that the system provides, thus giving the ease of collecting information and at the same time notifying erroneous behaviors if they occur in the electrical system, where physical and logical damages in the data center can be avoided.

Through the web application, the states of the electrical supply can be viewed with real-time values and thus be continuously monitored. The SMS notification process will be the most important, which will be an automatic statement, meaning that when an alert occurs, the message will arrive instantaneously notifying the person in charge of the site and thus be able to decide the actions that must be taken.

4. Conclusions

The proposed system is presented as a low-cost solution for monitoring electrical variables in higher education data centers, so that solutions of this type in companies recognized in the market such as Schneider Electric can represent 20% to 30% more than the costs incurred in the project.

To present readable and understandable information for the user, a conversion based on the IEE745 standard was applied, since the initially obtained data resulted in incomprehensible information on the digital meter screen. Most monitoring systems for electrical systems are usually for on-site supervision, which is comprised of measuring instruments and software installed on a PC. In this development, everything is centralized, meaning that the digital meter and all the information processing hardware are in one place, the verification process of anomalies in the electrical system and notifications are done through LTE technologies. Although this may be a security challenge in the future because in the case of a failure of the main node and not having a backup system, the availability of monitoring the electrical phases would be lost. For this type of system that aims to monitor the electrical environment, it is necessary to use backup power to avoid interruption of programmed functions, ensuring continuous service without losing system monitoring time, thus working uninterruptedly.

Acknowledgments

Thanks to Engineer Daniel Jaramillo, Coordinator of the Electronic Engineering and Communication Networks program, for his collaboration in the implementation of this project in the Data Center of the Faculty of Applied Science Engineering at UTN.

References

- Ahmed, K. M. U., Bollen, M. H. J., & Alvarez, M. (2021). A Review of Data Centers Energy Consumption and Reliability Modeling. In *IEEE Access* (Vol. 9, pp. 152536–152563). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3125092>
- Aqueveque, P., Radrigan, L., Morales, A. S., & Willenbrinck, E. (2021). Development of a Cyber-Physical System to Monitor Early Failures Detection in Vibrating Screens. *IEEE Access*, 9, 145866–145885. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3118283>
- Cera, C. (2021). *Gestión de proyectos: ¿qué es el ciclo en V?* <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/ciclo-en-v>
- Fernández Martínez, R., Ordieres Meré, J., Martínez de Pisón Ascacíbar, F. J., González Marcos, A., Alba Elías, F., Lostado Lorza, R., & Pernía Espinoza, A. V. (2009). *REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES: TEORÍA Y APLICACIÓN PRÁCTICA*.
- Gaitan, V. G., & Zagan, I. (2022). Modbus Protocol Performance Analysis in a Variable Configuration of the Physical Fieldbus Architecture. *IEEE Access*, 10, 123942–123955. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3224720>

- Găitan, V. G., & Zagan, I. (2021). Experimental implementation and performance evaluation of an IoT access gateway for the modbus extension. *Sensors (Switzerland)*, 21(1), 1–24. <https://doi.org/10.3390/s21010246>
- González, G., Prado, D., Marante, F., & Ledesma, A. (2017). Análisis de las prestaciones de los sistemas LTE y LTE-Advanced a partir de procesos de simulación. *Ingeniare*, 25(3), 364–375. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052017000300364>
- González Montesinos, F. V. (n.d.). *Monitoreo de energía eléctrica: ¿Qué es y por qué es importante?* Retrieved May 7, 2023, from <https://blog.generaclatam.com/monitoreo-de-energia-electrica>
- Jaloudi, S. (2019). Communication protocols of an industrial internet of things environment: A comparative study. *Future Internet*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/fi11030066>
- López Vásquez, J. C. (2016). *Estudio de la situación actual de las Smart Grids*. Universidad de Cantabria.
- Palacios, J. (n.d.). *Los Avances Tecnológicos Y La Humanidad Introducción*. Retrieved October 3, 2017, from http://www.academia.edu/6744323/LOS_AVANCES_TECNOLOGICOS_Y_LA_HUMANIDAD_INTRODUCCION
- Peng, W., Zhang, W., & An, B. (2020). Radiation Measurement and Analysis of Power Line Communication System for Power Meter Reading. *IEEE Access*, 8, 40989–40999. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2976520>
- Rahimpour, S., Tarzamni, H., Kurdkandi, N. V., Husev, O., Vinnikov, D., & Tahami, F. (2022). An Overview of Lifetime Management of Power Electronic Converters. In *IEEE Access* (Vol. 10, pp. 109688–109711). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3214320>
- Schneider Electric. (2023). *List of prices Ecuador | Schneider Electric Colombia*. <https://www.se.com/co/es/work/products/local/list-of-prices-ecuador.jsp>

Tecnología 5G y su impacto en Latinoamérica

Yasmina Lizetty Zambrano Loo¹, Jessica Johanna Morales-Carrillo²,
Edwin Wellington Moreira Santos¹, Ramón Joffre Moreira Pico².

yasmi_zambranolor@espam.edu.ec; jmorales@espam.edu.ec;
edwinmoreira97@espam.edu.ec; jmoreira@espam.edu.ec.

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Maestría en Tecnologías de Información y comunicación, Calceta, 130602, Manabí, Ecuador.

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera de Computación, Calceta, 130602, Manabí, Ecuador.

Pages: 395-404

Resumen: La investigación tuvo como objetivo principal explorar la implementación, los avances y el alcance de la tecnología 5G en Latinoamérica, con la finalidad de proporcionar una visión inicial sobre el estado actual de la tecnología 5G en la región. Se empleó la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura para identificar investigaciones relevantes que cumplieran con los criterios de búsqueda establecidos. Los datos recopilados se organizaron en una tabla y se realizó un análisis de estos. La investigación concluye que la implementación de la tecnología 5G ha experimentado un desarrollo prolongado en algunos países de Latinoamérica, y se ha observado un retraso en los planes de implementación en los años 2020 y 2021, que inicialmente tenían previsto un despliegue a gran escala de la tecnología. Estas pausas han llevado a que algunos países no hayan logrado cumplir sus objetivos de implementación de manera satisfactoria.

Palabras-clave: Implementación tecnológica; avances tecnológicos; tecnología 5g.

5G technology and its impact in Latin America

Abstract: The research aimed to explore the implementation, advancements, and scope of 5G technology in Latin America, in order to provide an initial understanding of the current state of 5G technology in the region. The Systematic Literature Review methodology was employed to identify relevant research that met the established search criteria. The collected data was organized in a table and subjected to analysis. The research concludes that the implementation of 5G technology has experienced a prolonged development in some Latin American countries, with observed delays in implementation plans in the years 2020 and 2021, which initially aimed for a large-scale deployment of the technology. These pauses have resulted in some countries not being able to meet their implementation objectives satisfactorily.

Keywords: Technological implementation; technological advances; 5g technology.

1. Introducción

La tecnología 5G es considerada como la conexión dinámica existente entre todos los componentes que la conforman, ofreciendo diversidad de servicios y soluciones en redes heterogéneas, por medio de canales de transmisión desarrollados para tal fin (González y Salamanca, 2016). En este sentido, de acuerdo con una investigación realizada por los autores Fourati et al. (2021), centra el estudio sobre los sistemas de redes 5G, donde se brinda una visión profunda sobre las tecnologías 4G y 5G, se menciona que debido al potencial aumento del tráfico móvil y la rápida expansión de las infraestructuras de comunicación, 4G no puede ya satisfacer las necesidades reales de los usuarios, por lo tanto las futuras redes 5G tendrán mejoras extraordinarias en la velocidad de datos, la capacidad del sistema, el consumo de energía y la conectividad masiva de dispositivos.

Para mejorar la calidad de servicios (QoS) y lograr la satisfacción del usuario, la generación 5G está emergiendo y se percibe que cumple con varios requisitos generales tales como: Admite una gran cantidad de dispositivos conectados de 10 a 100 veces mayor que 4G, la duración de la batería con la tecnología 5G para dispositivos es 10 veces mayor que 4G (Tabla 1). Sin embargo, es importante mencionar que no se puede dejar atrás las redes de 4G LTE ya que la mayoría de las tecnologías soportan este sistema y por tanto se debe pensar en los usuarios de este sistema (Anchundia et al., 2020).

Característica	4G	5G
Velocidad	100 Mbps	10Gbps
Latencia	40ms	De 4 a 1ms
Dispositivos conectados	Millones	Más de 100 billones
Uso de batería	Alto consumo	Ahorro del 10%
Tiempo de Respuesta	Rápida	5 veces más rápido

Fuente: Fourati, et. al. (2021).

Tabla 1 – Comparativa entre las tecnologías móviles 4G y 5G

Las funciones de 5G tiene velocidades de procesamiento datos de 10 Gb / s y posee el potencial de permitir una definición ultra alta de herramientas de realidad virtual y video, además de que su latencia de menos de 1 ms consiente aplicaciones de tiempo, es de 10 a 100 veces más rápido y tiene mayor capacidad que el 4G LTE en las redes actuales y es compatible con varios miles de millones de aplicaciones y cientos de miles de millones de máquinas (Rao y Prasad, 2018).

Da acuerdo con Rao y Prasad (2018), se tiene la expectativa que 5G aporte un cambio significativo en movilidad y es uno de los principales impulsores del crecimiento de IoT (Internet of Things), además, destacan que, los principales impactos de las tecnologías 5G en la Industria 4.0. que incluyen una mayor velocidad y capacidad de conexión, menor latencia, mayor densidad de dispositivos conectados y soporte para aplicaciones críticas en tiempo real. Además, se resaltan los beneficios en términos de

eficiencia, productividad, flexibilidad y personalización de los procesos industriales. Los roles esenciales que desempeña la 5G en el éxito de diferentes industrias, incluida IoT, la industria automotriz, ciudades inteligentes y salud, además discutió cómo 5G es fundamental para la creciente digitalización de la industria y para los numerosos desafíos que las diferentes industrias manufactureras intentan enfrentarse en este panorama que cambia rápidamente (Attaran, 2021).

Colombo et al. (2021), destaca que, la importancia estratégica del despliegue de la tecnología 5G en la región latinoamericana debido a su impacto en el desarrollo económico, la innovación y la seguridad nacional. Pero, a pesar de la competencia cada vez más evidente entre China y Estados Unidos en relación a la implementación de la tecnología 5G en América Latina, la cual implica aspectos clave como la seguridad y la autonomía tecnológica, los países de la región aún no han abordado este tema de manera prioritaria. Específicamente, Argentina y Brasil no han logrado superar sus diferencias políticas recientes, lo que debilita su capacidad de negociación en este ámbito.

2. Materiales y Métodos

En el desarrollo de explorar los avances de la tecnología 5G y su impacto de Latinoamérica, se aplicó la revisión sistemática, detallando el alcance de esta tecnología y su presencia en los países de la región. La revisión sistemática es un resumen claro y estructurado de la información disponible orientado a responder y sustentar el objeto de estudio con múltiples artículos y fuentes de información (Moreno et al., 2018).

Se aplicó las tres etapas de la Revisión Sistemática (Carrizo y Moller, 2018) mismas que se detallan a continuación:

Definición para la búsqueda

Se inició con la investigación de las tecnologías 4G y 5G, de manera general, luego se definieron los criterios de selección específicos para la tecnología 5G, empleando las siguientes palabras claves: avance tecnológico, implementación de 5G, tecnología 5G, red 5G, Latinoamérica, América Latina. Las mismas que se usaron base de datos, revistas o metabuscadores tales como Google Scholar, Scielo, Dialnet, IEEE, etc. Se logró identificar más de 50 artículos relacionados de los cuales sólo 16 especificaban la información requerida.

Ejecución de la búsqueda

Una vez seleccionada la información, se continuó con la organización de esta; para ello se clasificó en una tabla, a continuación, se muestran los campos que se tomaron en cuenta para la extracción de información de los 16 artículos; en la tabla 2 se describe cada uno de los campos considerados para el análisis de la información, los atributos más relevantes fueron: Países, implementación, avance tecnológico, despliegue de la red 5G, alcance y autores de la investigación. Cabe indicar, que se consideraron los artículos en que el año de publicación fueron a partir del 2019.

Campos	Descripción
Países	País de implementación de la tecnología 5G
Implementación	Descripción de la implementación
Avance Tecnológico	Desarrollo o avance del proceso de implementación
Despliegue de la red 5G	Operatividad de la tecnología 5G
Alcance	Trascendencia de la implementación 5G
Autor/es	Escritores de la investigación

Tabla 2 – Campos que se consideran en la recopilación de información.

Discusión de los resultados

Se observaron los datos obtenidos de los 16 artículos identificados, en los cuales se obtuvo resultados de la aplicación e implementación de la tecnología 5G en Latinoamérica. La información mencionada permitió identificar datos relevantes sobre la implantación de esta tecnología y su alcance.

3. Resultados y Discusión

Se analizaron los datos obtenidos de los artículos identificados, en los cuales se obtuvo criterios generados en base a la información obtenida, lo que logró identificar aspectos técnicos y políticos en la implementación de la tecnología 5G. Para ello se realizó una revisión sistemática sobre la adopción e impacto de la Tecnología 5G, en América Latina, en donde se pudo recopilar información significativa para el desarrollo del mismo; desde una perspectiva más general se entiende que el despliegue de la 5G no será una labor sencilla, ya que existen factores involucrados, tales como los gobiernos y sus reguladores, operadoras móviles, fabricantes de redes, pero en gran parte depende de la infraestructura existente, de hecho en algunos países de América Latina, uno de los mayores problemas es que no alcanzan una cobertura ideal de redes 4G.

De acuerdo con la información obtenida a continuación se muestra el análisis de la información, donde se detalla el proceso de implementación, el avance y alcance tecnológico de 5G en tiempo, cobertura y frecuencia por países latinoamericanos.

Países	Implementación	Avance Tecnológico	Despliegue de la red 5G	Alcance	Autor/es
Argentina	2017: Primeras pruebas 5G, por el Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom).	2021: Telecom ubica sus primeras 10 antenas en servicio	Uso de la tecnología Dynamic Spectrum Sharing,	2018: Personal y Nokia probaron el alcance del 5G que alcanzó velocidades de 10 Gbps.	(ChipSet, 2021)
Brasil	2020: Claro Brasil inaugura un proyecto piloto 5G para la agroindustria.	Slim, Claro, lanzaron un servicio con la tecnología DDS	Telefonía móvil, con tres redes operadas por Claro Brasil, Oi y Telefónica Brasil".	Anatel, prevé que para el final de 2022 todas las capitales estatales y el distrito de Brasilia deberán estar cubiertos con redes 5G	(Statista, 2021)

Países	Implementación	Avance Tecnológico	Despliegue de la red 5G	Alcance	Autor/es
<i>Chile</i>	2017, Claro realizó una prueba de 5G en la banda de 26 GHz con el proveedor Nokia”.	2021, se habilitó la primera zona 5G en Latinoamérica, un área de 5,5 km.	2021, Claro obtuvo 400 MHz de espectro en la banda de 26 GHz	La meta es que el servicio en general entre en operación en un plazo no superior a los 3 años	(Parra, 2021)
<i>Colombia</i>	2020 Claro lanzó una prueba de red 5G en colaboración con Nokia	El piloto, se implementó para probar el estándar de red en sectores como la educación, las ciudades inteligentes y aplicaciones de salud.	En la implementación de la red 4G en todo el territorio nacional.	Operadores y otros actores adelantan pruebas piloto.	(ChipSet, 2021)
<i>Costa Rica</i>	2019, Claro iniciaría la fase de pruebas técnicas de la tecnología de quinta generación.	“El MICITT asegura que el proceso hacia la tecnología 5G avanza a paso firme.	Para el desarrollo del servicio 5G, se espera que el estado inicie el proceso de la licitación	Se espera que para el 2025 ya estarán concesionadas las redes	(Parra, 2021)
<i>El Salvador</i>	2020, solo se contaba con cobertura 4.5G en algunas zonas de la capital.	El 5G es uno de los temas planteados en el Encuentro Nacional de la Empresa Privada.	El Enade 2019 traza una hoja de ruta para iniciar el despliegue del 5G a partir de los años 2023-2024.	al 4.5G serán la preparación de la hiperconectividad con 5G.	(Bertolini, 2020; Hernández, 2019)
<i>Ecuador</i>	2019, CNT y Huawei hicieron la primera prueba experimental y precomercial,	CNT y Nokia proveedor principal del 5G, se completaron las tres áreas experimentales	El ministro de Telecomunicaciones y CNT, anunciaron el despliegue mediante una videollamada 5G.	Se prevé que en el 2023, la tecnología para 5G estará desarrollada.	(Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2021)
<i>Guatemala</i>	El panorama del mercado, no es el más avanzado, aún falta mucho camino por recorrer.	2019, la mitad de la población aún usaba celulares de segunda generación (2G), y 6 de cada 10 tenían un celular 3G, pero no conectado a una red de datos.	La Superintendencia de Telecomunicaciones suspendió temporalmente, todos los procesos para asignación de frecuencias reguladas en el rango de 3,0 a 4,0 GHz.	Podría ser uno de los países latinoamericanos en los que la llegada de 5G tome más tiempo.	(ChipSet, 2021)

Países	Implementación	Avance Tecnológico	Despliegue de la red 5G	Alcance	Autor/es
<i>Honduras</i>	2019, Huawei, comenzó las primeras pruebas con los operadores de telecomunicaciones para implementar la tecnología 5G	Los equipos 4G con la que cuentan los operadores en el país ya están listos para soportar 5G.	Costa Rica y Honduras cuentan con pruebas experimentales con la tecnología 5G.	Se espera que, durante los próximos tres años, modernizar las redes móviles.	(Pérez, 2019)
<i>México</i>	Speedtest ha permitido determinar en algunas zonas teléfonos habilitados para 5G en la red de Telcel	No hay información oficial con respecto a que haya una red 5G de Telcel operando en la zona	El despliegue y adopción total de 5G en México podría esperarse para 2023 o 2024	La cobertura de 5G podría llegar al 50 % en 2025	(Arias et al., 2021)
<i>Nicaragua</i>	Telcel anunció que el país se encuentra listo para hacer una transición a la tecnología de quinta generación (5G)	Las compañías telefónicas que operan en Nicaragua solo ofrecen internet móvil 4G.	2021, los usuarios comenzaron a tener acceso a un mayor ancho de banda y mayor velocidad en los servicios móviles, gracias a la red 4.5G LTE de Claro.	Con el lanzamiento de 4.5G se espera hacer una transición a la tecnología 5G de telefonía móvil en los próximos años	(Mayorga et al., 2021)
<i>Paraguay</i>	Cuenta con registros en pruebas 5G	Aún no cuenta con un gran avance en el desarrollo de 5G principalmente en infraestructura	En pruebas de despliegue 5G; no se documentan aún pruebas experimentales	Desplegar 5G en 2024, con el fin de explotar los servicios de telecomunicaciones.	(Mayorga et al., 2021)
<i>Perú</i>	2021, Claro lanzó su primera oferta comercial del servicio de Internet inalámbrico residencial 5G	Claro informó que la actualización a iOS 14.5 habilitará el 5G NSA en los iPhone que tengan contratados sus servicios	2021, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones autorizara el despliegue comercial de 5G para servicios móviles.	El 5G fijo de Claro llegará a unas 100 provincias, mientras que Entel operará en Arequipa, Ica, Callao, Lambayeque, La Libertad y Lima.	(Parra, 2021)
<i>Puerto Rico</i>	América Móvil está haciendo las pruebas	Se han realizado 4 lanzamientos comerciales de operadores, gracias Erickson	2020, se constató un total de dos despliegues comerciales de la tecnología 5G	Se espera que para el 2025 exista una mayor cobertura de esta tecnología	(Statista, 2021)

Países	Implementación	Avance Tecnológico	Despliegue de la red 5G	Alcance	Autor/es
Uruguay	2020, Claro comenzó a realizar pruebas 5G en la banda de 26 GHz	A finales de 2020 había entre 10 y 12 antenas distribuidas en 3 de los 19 departamentos del país.	Es el primer país de la región en comenzar el despliegue de la infraestructura de 5G	Cuenta con el espectro liberado en el rango de 3,5 GHz.	(Arias et al., 2021)
Venezuela	No cuentan con registros en pruebas 5G.	No cuenta con un gran avance en el desarrollo de 5G principalmente en términos de infraestructura.	No se documentan aún pruebas experimentales.	Tiene una penetración móvil apenas superior al 60 por ciento y solo el 18 por ciento de la base es 4G.	(Larocca, 2020; Mayorga et al., 2021)

Fuente: Los autores

Tabla 3 – Avances de la tecnología 5G en América Latina.

Los principales hallazgos identificados esclarecen que para la adopción de la tecnología de quinta generación en Latinoamérica, algunos países de la región no han colocado aún como prioridad este tema en sus agendas, de hecho en Guatemala la Superintendencia de Telecomunicaciones del país centroamericano suspendió temporalmente, desde junio de 2006, todos los procesos para asignación de frecuencias reguladas en el rango de 3,0 a 4,0 GHz, lo que interfiere en la asignación de las bandas que podrían usarse para el despliegue de la tecnología 5G (ChipSet, 2021), esta información fue obtenida de manera bibliográfica y se evidencia sus resultados en la Tabla 3.

Implementar tecnología 5G requiere de una gran inversión pública y privada, por lo que hay que entender que los países latinoamericanos se están enfocando en consolidar la cobertura de la tecnología del 4G para prepararse eventualmente para lanzar la de quinta generación. Hay otros países como Brasil, México, Uruguay y Chile donde se evidencia que han realizado más avances, con relación al resto de países de Latinoamérica.

El éxito de la tecnología 5G para un auge en Latinoamérica depende en su mayoría del Gobierno y sus regulaciones nacionales que permitan el correcto acceso, y bajo las condiciones apropiadas, la buena adjudicación del espectro radioeléctrico, dando un enfoque más técnico y no político, en este sentido los gobiernos y los responsables de formular las políticas de América latina han mostrado diferentes niveles de compromiso, ejecución y éxito en sus planes y políticas, además de acuerdo con las agendas digitales de los países de la región, se espera que la conectividad siga creciendo en los próximos años.

Por otra parte, GSMA Latin America (2020), señala que para el año 2022, debieran existir 15 millones de conexiones 5G en la región, y como esta no es una tecnología exclusiva para servicios móviles, su auge también estará impulsado por dispositivos IoT (Internet de las Cosas), que según la misma entidad llegará a 1.200 millones de

conexiones en 2025. Estas hipótesis claramente se van a ver afectadas por muchos factores que influyen en su desarrollo, tal como ya se mencionó.

4. Conclusiones

La implementación de la tecnología 5G ha tenido un desarrollo prolongado en algunos países de Latinoamérica, sin embargo, es importante inferir que esta evolución se ha visto mermada en los últimos años, esto ha repercutido en que las planificaciones de algunos países no se hayan cumplido de forma satisfactoria en los años 2020 y 2021 en donde se avizoraba la llegada a gran escala de esta tecnología. Es importante dejar en claro que el 5G viene a impactar positivamente la productividad en la región, sin embargo, países como Guatemala aun mira de lejos la llegada de esta tecnología, de hecho, podría ser uno de los países latinoamericanos en los que la llegada de 5G tome más tiempo, por su parte Ecuador posee niveles muy bajos de adopción tecnológica y capacidad de innovación, lo cual podría conllevar a brechas para aprovechar las bondades de 5G.

A pesar de que el Ecuador cuenta con 5G disponible de manera comercial, son pocas las operadoras que han invertido en estudios e infraestructura de esta tecnología. Es de suma importancia que los países latinoamericanos volteen su vista hacia la implementación de la tecnología 5G debido a que esta transición llevará consigo el desarrollo de sus industrias y por ende el desarrollo económico y del estatus social, si bien es cierto existe una propuesta visionaria de las telefónicas, pero por limitaciones presupuestarias de algunos países no se les ha dado luz verde, es por esto que se exhorta a los presidentes de los países a tomar a este avance tecnológico como una inversión y más no como un gasto.

Referencias

- Anchundia Morales, J. W., Anchundia Morales, J. C., & Chere Quiñonez, B. F. (2020). La tecnología 5G en el Ecuador. Un análisis desde los requerimientos 5G. *Polo del Conocimiento*, 5(02), 805-822. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1313>
- Arias, F., Salado, A., Medina, C., & Zambrano, M. (2021). 5G technology deployment in Latin America: An analysis of public policy and regulation environment. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 11(3), 258-271. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.11.3.0457>
- Attaran, M. (2021). The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02521-x>
- Bertolini, P. (2020). El Salvador, Los usos que la población le dé al 4.5G de la hiperconectividad con 5G.
- Carrizo, D. & Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare*, 26, 45-54.

- ChipSet. (2021). 5G en Latinoamérica así avanza la implementación. <https://impactotic.co/chipset-latam-5g-en-latinoamerica-asi-avanza-la-implementacion/>
- Colombo, S., López, M. P., & Vera, N. (2021). Tecnologías emergentes, poderes en competencia y regiones en disputa: América latina y el 5G en la contienda tecnológica entre China y Estados Unidos. *Estudos Internacionais: revista de relações internacionais da PUC Minas*, 9(1), 94-111. <https://doi.org/10.5752/p.2317-773x.2021v9n1p94-111>
- Fourati, H., Maaloul, R., & Chaari, L. (2021). A survey of 5G network systems: challenges and machine learning approaches. En *International Journal of Machine Learning and Cybernetics* (Vol. 12, Número 2). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s13042-020-01178-4>
- González, J., & Salamanca, O. (2016). El camino hacia la tecnología 5G. *Télématique*, 15(1), 27-47.
- GSMA Latin America. (2020). GSMA | América Latina entra en la era 5G con 15 millones de conexiones esperadas para 2022 - GSMA Latin America. <https://www.gsma.com/latinamerica/es/america-latina-entra-en-la-era-5g-con-15-millones-de-conexiones-esperadas-para-2022/>
- Hernández, G. (2019). El 5G, la tecnología que revolucionará el mundo, *Noticias de El Salvador*.
- Larocca, N. (2020). Digitel Venezuela avanza en la cobertura 4G mientras piensa tímidamente en 5G. <https://www.telesemana.com/blog/2020/08/31/digitel-venezuela-avanza-en-la-cobertura-4g-mientras-piensa-timidamente-en-5g/>
- Mayorga, M., Estupiñan, E., & Martínez, J. (2021). 5G en América: Antecedentes Y Análisis De Despliegue. *Universidad Militar Nueva Granada*, 2, 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.22490/ECBTI.4809>
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2021). Ecuador crece cada día en acceso a telefonía móvil e Internet. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-crece-dia-acceso-telefonía-movil-e-internet/>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(3), 184-186. <https://doi.org/10.4067/s0719-01072018000300184>
- Parra, R. (2021). Así va la conquista de América Móvil con la expansión de 5G. <https://digitalpolicylaw.com/asi-va-la-conquista-de-america-movil-con-la-expansion-de-5g/>
- Pérez, D. (2019). Huawei_ tecnología 5G, lista para funcionar en Honduras - *Diario La Prensa*. <https://www.laprensa.hn/economia/huawei-tecnologia-5g-lista-funcionar-honduras-IXLP1302318>

- Rao, S. K., & Prasad, R. (2018). Impact of 5G Technologies on Industry 4.0. *Wireless Personal Communications*, 100(1), 145-159. <https://doi.org/10.1007/s11277-018-5615-7>
- Statista. (2021). Despliegue de redes 5G en América Latina por país 2020 _ Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/1188829/despliegues-tecnologia-5g-america-latina-por-pais>.

Factibilidad en la implementación de tecnología 5G en zona urbana y rural de Manabí

Edwin Wellington Moreira Santos¹, Yasmina Lizetty Zambrano Loor¹,
Ramón Joffre Moreira Pico¹, Jessica Johanna Morales Carrillo¹

edwinmoreira97@espam.edu.ec; yasmi_zambranoloor@espam.edu.ec;
jmoreira@espam.edu.ec; jmorales@espam.edu.ec

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, 130601, Calceta, Ecuador.

Pages: 405-418

Resumen: Este trabajo tuvo como principal objetivo determinar la factibilidad en la implementación de la tecnología 5G en el cantón Bolívar como una mejora viable al servicio móvil avanzado. La ejecución de esta investigación se efectuó identificando las ventajas y desventajas de adoptar esta tecnología en la localidad, para entender la usabilidad de la nueva tecnología fue necesario mostrar las características de la tecnología 4G y 5G y establecer los rasgos más relevantes, luego se procedió a realizar la delimitación del caso de estudio y a examinar la cobertura en el cantón, además se analizó la factibilidad operacional, técnica, legal y económica. Las herramientas tecnológicas utilizadas fueron la aplicación “Antenas del Celular” y el servicio de Google Earth. Es importante resaltar que para que exista la tecnología 5G, primero, debe establecerse la tecnología 4G en el cantón, y esta última, aún no tiene cobertura en toda la zona de estudio.

Palabras-clave: Propuesta de adopción; infraestructura; tecnología 5G.

Feasibility in the implementation of 5G technology in urban and rural areas of Manabí

Abstract: The main objective of this work was to determine the feasibility of implementing 5G technology in the Bolívar canton as a viable improvement to the advanced mobile service. The execution of this investigation was carried out identifying the advantages and disadvantages of adopting this technology in the locality, to understand the usability of the new technology it was necessary to show the characteristics of 4G and 5G technology and establish the most relevant features, then proceeded to carry out the delimitation of the case study and examine the coverage in the canton, in addition, the operational, technical, legal and economic feasibility was analyzed. The technological tools used were the application “Antenas del Celular” and the Google Earth service. It is important to highlight that for 5G technology to exist, first, 4G technology must be established in the canton, and the latter still does not have coverage in the entire study area.

Keywords: Adoption proposal; infrastructure; 5G technology.

1. Introducción

A nivel global, la petición de los consumidores está alineando el avance de los servicios de banda ancha móvil, y es que el aumento del número de dispositivos y servicios, y la demanda de una mayor asequibilidad y una mejor experiencia de usuario requerirán soluciones innovadoras; cabe destacar que para el año 2025, se estima que el número de dispositivos conectados se incremente, es decir que alcance los 50.000 millones de usuarios activos, de este modo se espera que la quinta generación de tecnologías móviles 5G conecte a personas, cosas, datos, aplicaciones, sistemas de transporte y ciudades en entornos de redes de comunicaciones inteligentes (UIT, 2019).

Dado que la adopción de la tecnología 5G se ha acelerado más rápido que cualquier tecnología móvil anterior, las redes comerciales 5G se han implementado en 61 países de todo el mundo, lo que representa un aumento del 80% desde enero de 2020. Los tres países principales que tienen la mayor cantidad de ciudades con 5G son China con 341, Estados Unidos con 279 y Corea del Sur con 85. El Reino Unido ahora tiene 5G en 54 ciudades, seguido de cerca por España con 53 (Bnamericas, 2021).

En tanto El Universo (2021), señala que otra preocupación es el costo del espectro radioeléctrico para implementar la 5G, debido a que es un factor fundamental para que se amplíe la red actual y se implemente la nueva tecnología. A esto se debe agregar que la tecnología 5G no puede dejar de coexistir con la 4G, porque la inversión en instalación en todas las áreas de la 5G representaría altos costos, en muchos casos innecesarios debido a que el consumo de energía en la 5G es muy superior que su antecesora ya que la capacidad eléctrica con la que cuenta el Ecuador en la actualidad, se encuentra debajo de los estándares requeridos para la 5G (Buenaño & Terán, 2020).

De acuerdo con la investigación “Impacto en la productividad por el uso de tecnologías 5G en Ecuador” realizado por San Martín (2020), y apoyado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), se presentó un estudio donde se comparó países que actualmente están liderando la adopción de la tecnología 5G, en el cual se buscó identificar patrones cuya factibilidad de implementación permitan ser replicados o complementar los ya existentes en Ecuador a manera que se pueda obtener el mayor beneficio de esta tecnología en las industrias del país.

En los resultados de la investigación, San Martín (2020), afirma que:

Se evidencia que Ecuador posee una clara comunicación sobre 5G (Ecuador Conectado) alineando su planificación a la estrategia país, llamada Ecuador Digital. Lo que también se evidencia es la falta de seguimiento de actividades en conjunto (gobierno-privados) que la sociedad pueda entender, comentar o ver de qué manera les beneficia a ellos o a la sociedad ecuatoriana. Se recomienda crear grupos de trabajo, que se realicen consultas a la comunidad tecnológica de Ecuador y que luego se defina una postura clara sobre la gestión de espectro hacia las industrias, por ejemplo, cómo 5G puede ayudar a potenciar la industria pesquera/camaronera, entre otros grupos que se podrían predefinir u obtener interés por medio de consultas públicas. (p. 60)

En este punto se conoce que en Ecuador se ha creado la Agenda de Transformación Digital Ecuador 2022 – 2025 con la finalidad de lograr una eficiente transformación digital en el país y se enfatiza que para establecer esta agenda “ha sido clave la contribución de actores nacionales e internacionales de todos los sectores para construir la hoja de ruta hacia un cambio real basado en la aplicación de la mejor tecnología disponible para el beneficio de todos los ecuatorianos” (Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2022, p. 7).

2. Materiales y métodos

Este estudio se realizó en el cantón Bolívar el cual está ubicado en la provincia de Manabí y se divide en dos parroquias rurales de nombres Quiroga y Membrillo y una parroquia urbana llamada Calceta. El trabajo tuvo como objetivo general determinar la factibilidad en la implementación de la tecnología 5G como una mejora viable al servicio móvil avanzado en el cantón Bolívar.

El análisis de factibilidad en la implementación de la tecnología 5G en el cantón Bolívar se describe como un planteamiento tecnológico donde se buscó realizar un estudio con la información recabada en la investigación. Fue de suma importancia hacer uso de la herramienta gratuita Google Earth para poder identificar y representar las antenas en el territorio del cantón Bolívar, estas antenas fueron identificadas a través de la aplicación móvil “Antenas de Celular”. Se describieron las ventajas y desventajas, diferencias entre 4G y 5G, delimitación del caso de estudio, cobertura de red en el cantón Bolívar y el análisis de factibilidad.

Para analizar la factibilidad se tuvieron aristas como la factibilidad operacional, factibilidad técnica, factibilidad legal y factibilidad económica. Se estudió la factibilidad operacional para identificar el compromiso y apoyo de las autoridades locales en la adopción de la tecnología 5G; la factibilidad técnica para tomar en cuenta la arquitectura de red SDN (Redes definidas por software) la cual permite que la red sea controlada por medio de software; la factibilidad legal para considerar el espectro radioeléctrico, que es estimado por la Constitución como un sector estratégico, por tanto, el Estado es quién lo administra, regula, controla, y gestiona; y en la factibilidad económica, el Estado y empresas privadas de telefonías interesadas son quienes deben invertir en cambios para la implementación de la infraestructura y equipos adecuados para que sea posible el desarrollo de 5G en el cantón (Cedeño, 2020). De este modo, se busca que la premisa con la llegada del 5G sea la generación de beneficios para el cantón Bolívar y sus habitantes.

3. Resultados

Dentro de esta investigación, se requiere determinar la factibilidad de adoptar esta tecnología en la localidad como una mejora viable al servicio móvil avanzado. A continuación, se describen las ventajas y desventajas, diferencias entre 4G y 5G, delimitación del caso de estudio, cobertura de red en el cantón Bolívar y el análisis de factibilidad con los criterios operacionales, técnicos, legales y económicos de este estudio.

3.1. Ventajas de la adopción de la tecnología 5G

- Mejoramiento de la conectividad del servicio, optimizando la subida, transmisión y descarga de información. Ahorro de energía en los dispositivos.
- Considerando que la tecnología 4G contaba con 10 Megabit por segundo y al cambiar a 5G aumentaría hasta 100 Megabit por segundo, esto generaría un incremento en la velocidad (Mena, 2020).
- Se tendría velocidades de hasta 20 Gb/s.
- Disminución de la latencia, ya que según Cerezo & Cerezo (2014), puede responder más rápido a los requerimientos de los usuarios.
- Por otra parte, Colmenares & Ramírez (2020), mencionan que al implementar 5G mejoraría la velocidad de la red, el ancho de banda, tiempo que los datos tardan en recorrer por el canal de comunicación y el impulso de otras tecnologías.

3.2. Desventajas de la adopción de la tecnología 5G

- Altos costos para implementarlo, ya que considerando lo expuesto por Medragón (2021), al carecer de infraestructura, se debe invertir para aumentar el ancho de banda.
- Según Mena (2020), la tecnología 5G utiliza frecuencias de radios altos, esto generaría un rango de cobertura mejor, es así que es necesaria la instalación de varias antenas para brindar la cobertura total.
- No todos los equipos serían compatibles, por lo tanto, los usuarios deberán cambiarlos.

3.3. Diferencias entre 4G y 5G

En la actualidad las tecnologías con mejores características son la 4G y la 5G, es por esto que las operadoras han invertido en la infraestructura de sus antenas para proporcionar a sus clientes mejores servicios. A continuación, se presentan las diferencias identificadas entre las tecnologías actuales.

Característica	Tecnología 4G	Tecnología 5G
Descripción de la tecnología	La tecnología 4G se refieren a la cuarta generación de telefonía móvil, que brinda mayor acceso a la red y mayor capacidad en el uso de los datos (ARCOTEL, 2019).	La tecnología 4G se refieren a la cuarta generación de telefonía móvil, que brinda mayor acceso a la red y mayor capacidad en el uso de los datos (ARCOTEL, 2019).
Velocidad de datos	Hasta 100Mbps en el enlace descendente para un ancho de banda hasta de 40 MHz (Guevara, 2018).	Hasta 10 Gbps -> 10 a 100 veces mejor que las redes 4G y 4.5G (Grupo Atico34, 2020).
Latencia	10 ms.	Menos de 1 ms.
Banda de frecuencia	600 MHz a 5,925 GHz.	600 MHz a bandas milimétricas (por ejemplo, 28 GHz, 39 GHz, y superiores a 80 GHz).

Característica	Tecnología 4G	Tecnología 5G
Forma de onda del enlace ascendente	SC-FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única).	Posiblemente CP-OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales con Prefijo Cíclico).
Potencia transmitida por el terminal de usuario	+26 dBm (excepto TDD a 2,5 GHz). +26 dBm en la banda 41 (2.500 MHz). +20 dBm para IoT.	+26 dBm para bandas inferiores a 6 GHz y superiores a 2,5 GHz (Gallego, 2018).

Tabla 1 – Características de la tecnología 4G y 5G.

3.4. Delimitación del caso de estudio

La presente investigación se realizó en el Cantón Bolívar, provincia de Manabí, lugar en el que se analizó la cobertura de las operadoras móviles más comunes. En la figura 1 se logra visualizar el mapa del cantón que contiene un área de 537 Km2 y un número de aproximadamente 40.735 habitantes.

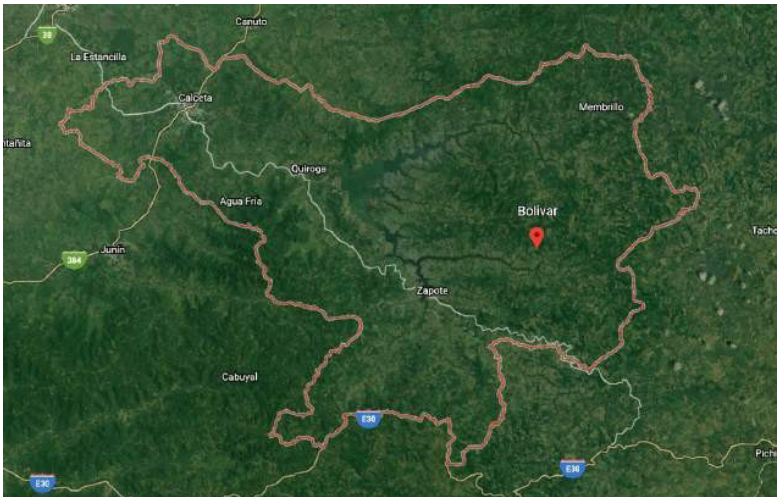


Figura 1 – Delimitación geográfica del cantón Bolívar.

Nota: en el mapa se observa la delimitación territorial del cantón Bolívar en la zona centro noreste de la provincia de Manabí, entre los cantones Chone, Junín, Santa Ana, Tosagua y Pichincha, figura realizada a través de Google Earth. Luego de determinar la zona de estudio fue importante identificar las fracciones de territorios con cobertura 4G de las tres operadoras más comunes del cantón Bolívar.



Figura 2 – Cobertura 4G de operadora Claro.

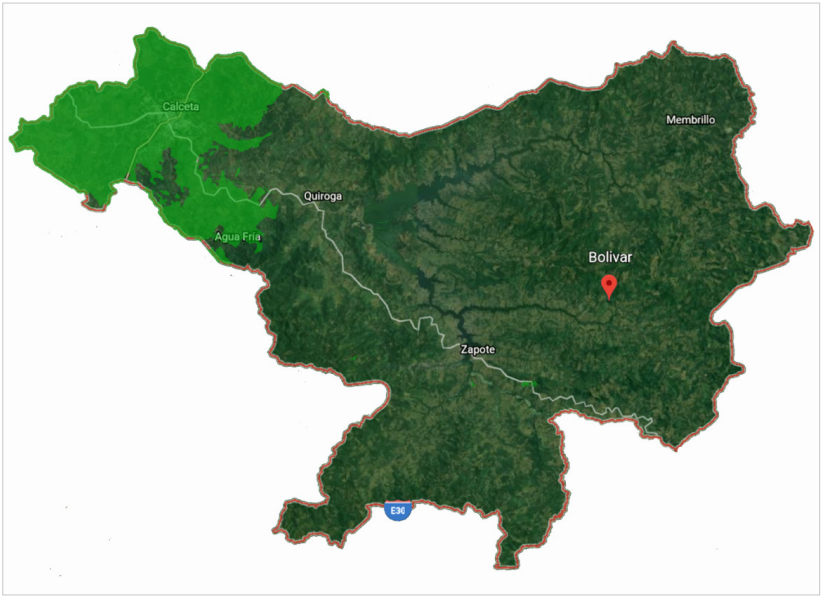


Figura 3 – Cobertura 4G de operadora Movistar.

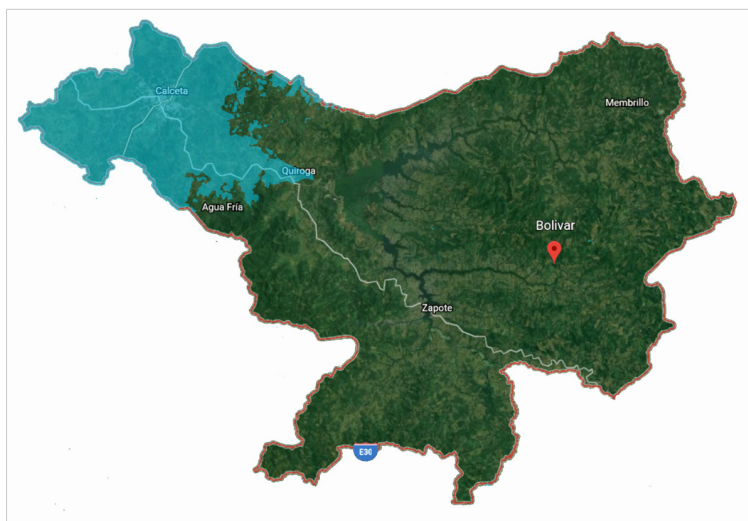


Figura 4 – Cobertura 4G de operadora CNT.

Nota: en la figura 2 se observa el rango de cobertura con el que cuenta la telefonía Claro, mientras que en la figura 3 con un rango mayor se encuentra a Movistar y en la figura 4 con el mejor rango de cobertura se encuentra a CNT.

En la figura 5 se podrán evidenciar las antenas identificadas a través de la herramienta “Antenas de Celular”, la cual permite determinar la empresa de procedencia (CONECEL S.A color rojo; OTECEL S.A color verde y CNT EP color blanco), reconociendo alrededor de 42 nodos distribuidos de la siguiente manera: 29 de la operadora Claro, 10 de Movistar y 3 de CNT.



Figura 5 – Antenas de las operadoras móviles que pertenecen al cantón Bolívar.

Nota: en la figura se evidencian varios nodos que representan a las antenas que se han implementado en el cantón Bolívar, para esto se utilizó la herramienta Google Earth.

3.5. Cobertura de la red en el cantón Bolívar

En la actualidad ninguna operadora ha invertido en tecnología 5G en el cantón Bolívar, ya que existen deficiencias en la conectividad en algunas telefonías, sin embargo, en el centro de la ciudad de Calcuta si se cuenta con la infraestructura base para implementar e invertir en dicha tecnología. En la figura 6 se muestran espacios marcados de color celeste y estos representan la zona cobertura urbana del cantón Bolívar y es donde las operadoras deben potenciar sus servicios para incrementar el nivel de satisfacción en tecnología 4G, ya que esta es la puerta para implementar 5G (Moreira & Zambrano, 2022).

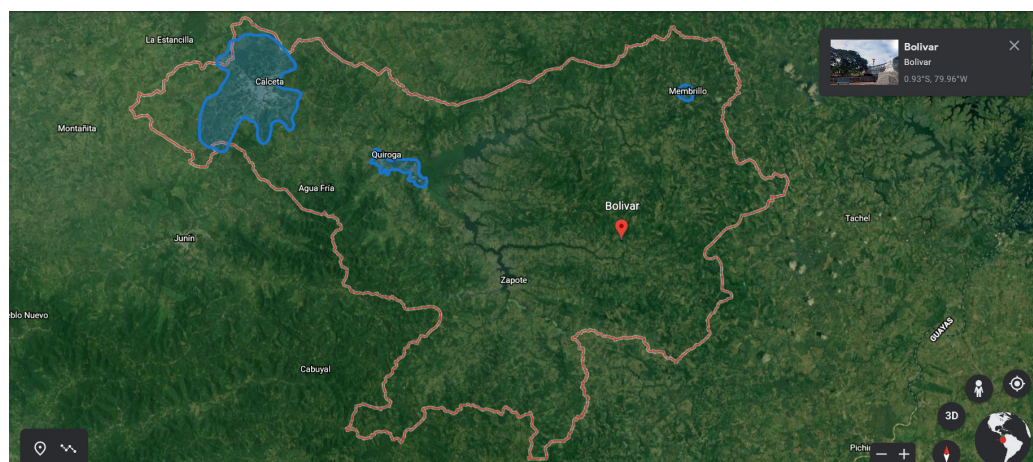


Figura 6 – Zona de cobertura urbana del cantón Bolívar.

Nota: las áreas marcadas con celeste son las áreas que representan a la cobertura urbana del cantón Bolívar, figura realizada a través de la herramienta Google Earth.

3.6. Análisis de factibilidad de adoptar la tecnología 5G

- Factibilidad operacional

De acuerdo con el informe emitido por Global Mobile Suppliers Association (2019), la tecnología 5G ya está disponible comercialmente en Ecuador, a pesar de esto, son pocas las telefonías que han invertido en estudios para implementarla y según lo expuesto por Martino (2021), la única operadora que ha realizado estos estudios es CNT, la cual pretende brindar el servicio en tres lugares experimentales de Ecuador: dos partes en Guayaquil y una en Manta.

Se conoce que la red 5G aún está en vías de desarrollo en Ecuador y se han realizado pruebas muy satisfactorias de su uso y alcance, por lo que se espera que la tecnología

5G proporcione la evolución de las ciudades inteligentes mediante la aplicación de un número elevado de sensores de baja potencia en los entornos, para San Martín (2020), la factibilidad operacional en despliegue de redes 5G considera 3 áreas: Transformación digital, crecimiento del PIB y la contribución al PIB en los sectores industriales.

De hecho, González & Salamanca (2016), indican que para cumplir con una mejor operatividad del servicio de tecnología móvil se debe mejorar la escalabilidad, capacidad de tráfico, versatilidad de la tecnología, disponibilidad del servicio, movilidad, calidad de servicio y eficiencia, ahorro de energía, recursos compartidos y reducción de costos.

- Factibilidad técnica

La tecnología 5G está en etapa de investigación en las principales ciudades del Ecuador, en la que se pretende estudiar los alcances y los problemas ambientales ocasionados. Por otra parte, CIENA (2017), menciona 6 motivos positivos al utilizar software que a su vez permitan que las operadoras puedan brindar un servicio de 5G, estos son:

- Utilizar software permite que los operadores hagan frente a las demandas de ancho de banda en 5G.
- Posibilita que los operadores entreguen calidad de servicios en los diferentes casos de 5G.
- Al utilizar un software de análisis de datos optimiza el rendimiento de la red en 5G.
- Es necesario la utilización de software que permite admitir la funcionabilidad de la red.
- Proporciona una mayor seguridad ya que brinda la posibilidad de prevenir el bloqueo de proveedores.
- El software permite la migración de la red.

Todos los criterios mencionados, afirman la utilización de SDN (Redes definidas por software), y estas se caracterizan por separar cada capa de control de datos y su principal objetivo es facilitar la implementación e implantación de servicios de red de una manera escalable.

- Factibilidad legal

El desarrollo de 5G estará relacionado con el despliegue de la conectividad de objetos y diferentes dispositivos por fuera de la intervención de los seres humanos. Para ello es necesario que en Ecuador exista un marco regulatorio coherente que permita el correcto avance de la industria, es decir en ámbitos de fiabilidad, estabilidad, privacidad de datos, ciberseguridad, eficiencia energética e inteligencia artificial.

En efecto será necesario contar con normas adecuadas para asegurar el correcto uso de las distintas tecnologías que utilizarán estas redes. Ello implicará la adopción de estándares y normativas; los requisitos de transparencia y trazabilidad que les serán aplicables; la robustez de las tecnologías y la responsabilidad por la utilización, supervisión y decisión de dichas tecnologías.

De acuerdo con la información enmarcada en el Art. 3, en el numeral 1 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2019), el cual establece como uno de los objetivos de la ley:

“Promover el desarrollo y fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones”, así mismo en concordancia con el numeral 6 se menciona: “Promover que el país cuente con redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad, distribuidas en el territorio nacional, que permitan a la población entre otros servicios, el acceso al servicio de Internet de banda ancha”.

Además, en el Art 9.- en el apartado redes de telecomunicaciones, inciso 5, señala que los gobiernos autónomos descentralizados, en su normativa local observarán y darán cumplimiento a las normas técnicas que emita la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, así como a las políticas que emita el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, favoreciendo el despliegue de las redes de forma ordenada y soterrada (Ley Orgánica de Telecomunicaciones, 2019).

En consecuencia, la red 5G trae infinitas posibilidades para mejorar la calidad de vida de las personas, la productividad en la industria, la participación ciudadana, el desarrollo científico, etc., pero su implementación debe acompañarse de una regulación robusta, aunque lo suficientemente flexible para mitigar riesgos que la sociedad deberá asumir en el ámbito digital, a medida que éste se hace cada vez más importante en todas las dimensiones de las relaciones humanas (Jara & Jorquera, 2018).

- Factibilidad económica

Al momento de instalar nuevas antenas es necesario que el cantón Bolívar disponga de espacios en lugares estratégicos, es por esto que de acuerdo con lo expuesto en la UIT (2018), menciona que para implementar la tecnología 5G es necesario que las telefonías del cantón mejoren el 4G, ya que es así que se puede aumentar la capacidad de redes disponibles en el entorno. Además, afirma que la solución al problema planteado son los siguientes:

- La utilización de las antenas de alto rendimiento, esto brinda la apertura para maximizar la calidad de los servicios.
- Es necesaria la instalación de antenas en el alumbrado público ya existente, de esta manera no será necesaria la instalación de infraestructura física.
- Instalación de distribuidores en la vía pública que contengan equipos de apoyo tecnológico para las operadoras móviles, entre otros.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), establece el presupuesto en dos casos, el primero habla de una zona de cobertura urbana de 15 Km², mientras que el supuesto 2 considera una zona de 3 Km². En la figura 6 se muestran las zonas de cobertura urbana del cantón Bolívar con una densidad de población media, en la que se establecen los siguientes datos obtenidos a través de Google Earth:

- Área de cobertura urbana de Calceta: 10.8 Km².
- Área de cobertura urbana de Quiroga: 1.15 Km².
- Área de cobertura urbana de Membrillo: 0.27 Km².

La UIT establece en su análisis un valor de 2,3 millones de dólares por Km² en las ciudades pequeñas y menos densas, es así que luego de establecer el área en el cantón

Bolívar se cuenta con 12,22 Km2 de área de cobertura urbana total, requiriendo para el estudio 28'106.000 dólares para implementar la tecnología 5G. Esta cantidad deberá ser utilizada en el mejoramiento de los equipos existentes, en la adquisición de nueva infraestructura, en el talento humano requerido para su implementación, entre otros.

A continuación, se muestra en la figura 7 una propuesta de implementación de antenas de telefonía móvil para adoptar la tecnología 5G en el cantón Bolívar.

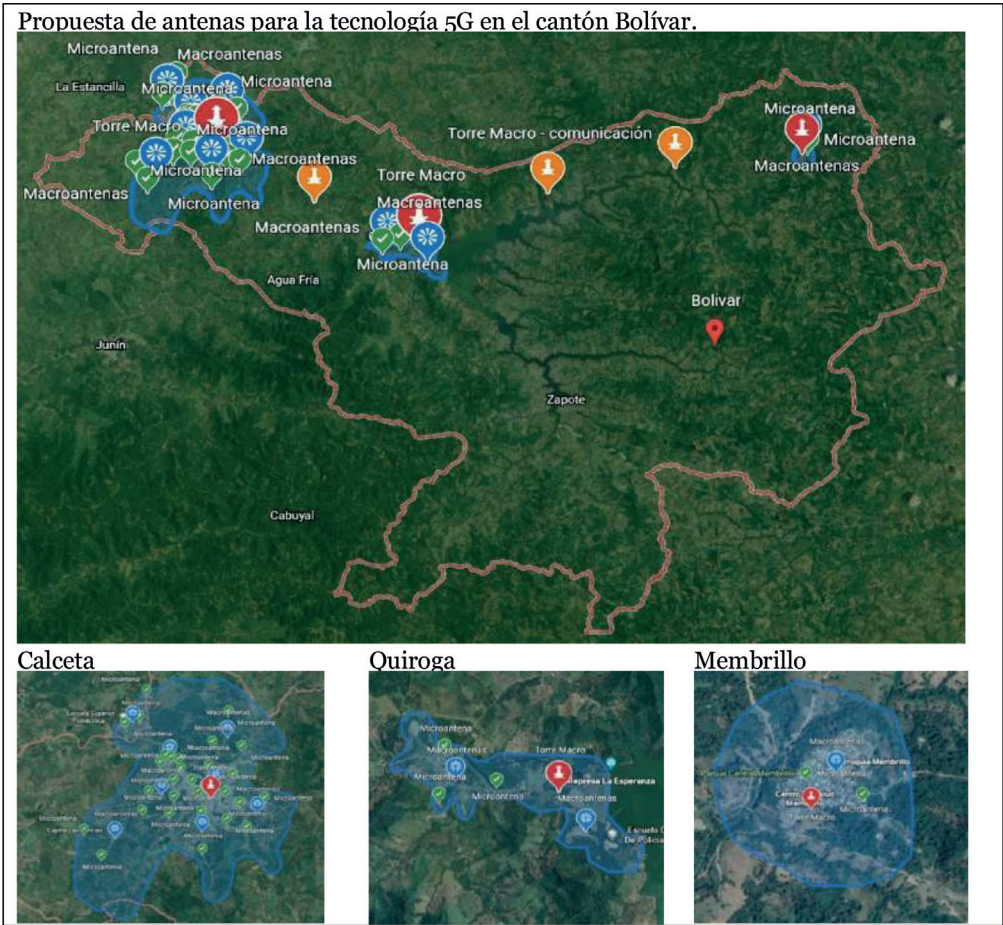


Figura 7 – Propuesta de antenas para la tecnología 5G en el cantón Bolívar.

Luego de realizar la representación gráfica de la zona de cobertura y de establecer los tipos de antenas a utilizar, en la siguiente tabla se presenta la cantidad y tipo de antenas que se utilizarán en cada parroquia del cantón Bolívar.

Antenas	Calceta	Quiroga	Membrillo
<i>Torres macro</i>	2	2	2
<i>Macroantenas</i>	8	2	1
<i>Microantenas</i>	30	3	2

Tabla 2 – Propuesta de antenas por parroquia del cantón Bolívar.

Toda vez que se ha realizado el estudio pertinente, la propuesta de antenas que se plantean para el cantón Bolívar han sido distribuidas de la siguiente manera: para Calceta se necesitan 2 torres macro, 8 macroantenas y 30 microantenas; en Quiroga se necesitan 2 torres macro, 2 macroantenas y 3 microantenas; y, en Membrillo se necesitan 2 torres macro, 1 macroantena 2 microantenas.

4. Conclusiones

A pesar de que el Ecuador ya cuenta con 5G disponible de manera comercial, son pocas las operadoras que han invertido en estudios e infraestructura de esta tecnología. Se identificó en esta investigación que el centro de la ciudad de Calceta es la zona con mejores características en lo que corresponde a cobertura, infraestructura y servicio, mientras que, en las demás parroquias existe una deficiencia en los niveles de servicios que ofrecen las operadoras. La adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar será un hecho cuando las telefonías inviertan primero en 3G y 4G, ya que van de la mano y se las necesita para el funcionamiento de la tecnología de quinta generación.

Es importante mencionar que la situación tecnológica en el área urbana del cantón Bolívar es relativamente buena y ha venido mejorando con el tiempo, gracias a la exigencias y presencia de instituciones de educación que han catapultado el uso de medios digitales desde la reciente pandemia global, justamente la ESPAM MFL, crea la principal demanda de acceso a Internet ya que acoge a más de 5.000 estudiantes de diversas partes del país. Por estas razones es preponderante la implementación de un plan de acción que permita al cantón Bolívar mejorar los estándares de calidad tecnológica y de velocidad de internet, incluso con la contribución de investigaciones y aportes académicos como este trabajo.

Referencias

- ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones). (2019). 4G es la cuarta generación de tecnología de telefonía móvil. <https://www.arcotel.gob.ec/4g/>
- Bnamericas. (2021). Los despliegues de 5G se triplicaron con creces en 2020 para llegar a 1336 ciudades en todo el mundo. <https://www.bnamericas.com/es/noticias/los-despliegues-de-5g-se-triplicaron-con-creces-en-2020-para-llegar-a-1336-ciudades-en-todo-el-mundo>

- Buenaño, D. & Terán, D. (2020). Estudio de la Infraestructura y el Espectro Radioeléctrico para la Implementación de la Tecnología 5G en las Ciudades de Quito y Guayaquil [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19251/4/UPS%20-%20TTS154.pdf>
- Cedeño, D. (2020). Estudio de factibilidad para la implementación de la tecnología 5g en la ciudad de Ventanas [Archivo PDF]. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7640/CEDEÑO%20CHAVEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cerezo, J. & Cerezo, P. (2014). El impacto del 5G [Archivo PDF]. Evoca, 1-42. <https://evocaimagen.com/cuadernos-tecnologia/cuadernos-evoca-tecnologia-1.pdf>
- CIENA. (2017). La tecnología 5G necesita software en todas partes, especialmente en la red de conexión por cable. https://www.ciena.com.mx/insights/white-papers/5G-Needs-Software-Everywhere-Especially-on-the-Wireline-Network_es_LA.html
- Colmenares, D. & Ramírez, D. (2020). QUÉ ES LA TECNOLOGÍA 5G, IMPLEMENTACIÓN DE LA RED EN COLOMBIA Y CÓMO CAMBIARÁ NUESTRAS VIDAS [Archivo PDF]. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33439/2/2021_Tecnologia_Implementacion_5G.pdf
- El Universo. (2021). Ecuador aún mira de lejos la implementación de la tecnología 5G. <https://www.eluniverso.com/noticias/2021/02/04/nota/9613575/tecnologia-5g-ecuador-antenas-retraso-politica-gobierno/>
- Gallego, L. (2018). Análisis y propuesta de diseño del despliegue de tecnología 5G en entornos ferroviarios de alta movilidad [Tesis de Grado, Escuela Politécnica de Madrid], 73. https://oa.upm.es/52871/1/PFC_LAURA_GALLEGO_MENENDEZ_2018.pdf
- Global Mobile Suppliers Association. (2019). Global Spectrum for 5G – Licensing Worldwid. GSA. <https://gsacom.com/paper/global-spectrum-for-5g-july-2019/>
- González, J. & Salamanca, O. (2016). El camino hacia la tecnología 5G. *Télématique*, 15(1), 27-47.
- Grupo Atico34. (2020). Tecnología 5G: Características, usos y posibles peligros. <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/tecnologia-5g>
- Guevara, F. (2018). Comparativo entre la tecnología de redes 4G y 5G y los beneficios de su implementación en Colombia. Repositorio Institucional USC, 1-72.
- Jara, N. & Jorquera, A. (2018). Desafíos regulatorios asociados a la implementación de las redes 5G. <https://prometheo.pe/desafios-regulatorios-asociados-a-la-implementacion-de-las-redes-5g/>
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones. (2019). Ley Orgánica de Telecomunicaciones [Archivo PDF]. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/ley-organica-de-telecomunicaciones.pdf>

- Martino, J. (2021). CNT brinda servicios 5G en tres lugares en Ecuador. TeleSemana. com. <https://www.telesemana.com/blog/2021/04/30/cnt-brinda-servicios-5g-en-tres-lugares-en-ecuador/>
- Medragón, E. (2021). Ventajas y desventajas de la tecnología 5g. BBVA. <https://www.bbva.ch/noticia/ventajas-y-desventajas-de-la-tecnologia-5g/>
- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (2022). Agenda de Transformación Digital Ecuador 2022 – 2025 [Archivo PDF]. <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Agenda-transformacion-digital-2022-2025.pdf>
- Moreira, E. & Zambrano, Y. (2022). Propuesta para la adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar [Tesis de Maestría, ESPAM MFL]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1684/1/TTMTIo4D.pdf>
- San Martín, J. (2020). Impacto en la productividad por el uso de tecnologías 5G en Ecuador [Archivo PDF]. https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/20210218_Impacto-de-5G-en-Industrias-Ecuador-Rev-F-1.pdf
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). (2018). Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos [Archivo PDF]. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G_01-2018-PDF-S.pdf
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). (2019). 5G – Quinta generación de tecnologías móviles. <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobile-technologies.aspx>
- Wall, M. (2018). ¿Qué es el 5G y qué significará para ti y para tu teléfono móvil? BBC. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44938242>

Patrones de diseño de interfaces de usuario para personas con autismo: Revisión Sistemática de la Literatura

Karla Daniela Perez Robles¹, Leticia Vaca-Cardenas²

kperez5172@utm.edu.ec; leticia.vaca@utm.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, 130105, Ecuador.

Pages: 419-438

Resumen: La interacción humano-computador es fundamental para establecer la comunicación entre usuarios y sistemas a través de interfaces. Sin embargo, diseñar interfaces para personas con autismo presenta desafíos debido a las características del trastorno, que afecta la comunicación, la interacción social y el comportamiento. Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura científica, con el objetivo de identificar patrones en el diseño de interfaces para personas con autismo. Los resultados resaltan el uso de la realidad virtual como una herramienta para apoyar la participación de personas con autismo en actividades cotidianas. También se recomienda brindar retroalimentación inmediata, personalizar escenarios, considerar la sobrecarga sensorial, utilizar un diseño simple y atractivo visualmente, emplear tecnología de reconocimiento facial y permitir la participación de los usuarios en el diseño de interfaces. Se enfatiza la importancia de adoptar un enfoque individualizado para satisfacer las necesidades cognitivas y sensoriales únicas de cada usuario con autismo.

Palabras-clave: autismo, HCI, interfaz de usuario, patrones de diseño.

Design patterns of user interfaces for people with autism: Systematic Review of the Literature

Abstract: Human-computer interaction is fundamental to establish communication between users and systems through interfaces. However, designing interfaces for people with autism presents challenges due to the characteristics of the disorder, which affects communication, social interaction and behavior. This article presents a systematic review of the scientific literature, with the aim of identifying patterns in the design of interfaces for people with autism. The results highlight the use of virtual reality as a tool to support the participation of people with autism in daily activities. It is also recommended to provide immediate feedback, personalize scenarios, consider sensory overload, use a simple and visually appealing design, employ facial recognition technology, and allow user participation in interface design. The importance of taking an individualized approach to meet the unique cognitive and sensory needs of each user with autism is emphasized.

Keywords: autism, HCI, user interface, design patterns.

1. Introducción

La tecnología se ha convertido en una herramienta indispensable actualmente por lo que es fundamental que todas las personas puedan interactuar con los diferentes productos tecnológicos que existen en el mercado, las interfaces de usuario son la base de esta interacción pues son el medio por el cual el usuario puede comunicarse con el sistema a través de una computadora o dispositivo móvil (Briones-Villafuerte, Naula-Bone, Vaca-Cardenas, & Vaca-Cardenas, 2022), por lo que lograr una comunicación fluida entre usuario y sistema puede suponer un desafío en este ámbito.

La disposición de que la tecnología llegue hasta todo tipo de usuario ha incitado al desarrollo de plataformas inclusivas que abarquen problemáticas como las personas con discapacidades, en este contexto se presentan las interfaces para personas con autismo.

El autismo o también denominado Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno del desarrollo en la función cerebral distinguido por tres características: deterioro de la comunicación verbal y no verbal, reducción Interacción social y trastornos del comportamiento. Esto en cuestiones de creación de interfaces implica factores distintos que requieren de un estudio más profundo.

Actualmente existen diversos trabajos creados en esta dirección, donde se han implementado diseños y evaluado pautas que ayudan a esta problemática, en 2018 se efectuó un trabajo en Malasia donde se valoran modelos de usabilidad en aplicaciones móviles (Mohamad Sofian, Sobri Hashim, & Wan Ahmad, 2018), asimismo en 2019 se presenta un prototipo de interfaces basado en intercambio de imágenes (Susanti, Junaedi, & Effendy, 2019) donde se propone como método atractivo para ser usado. Por otra parte, se halló un estudio en México donde valora el tipo de interfaces dependiendo del tipo de usuario (Mejía Figueroa, Quezada Cisnero, & Juárez Ramírez, 2016), evaluando las necesidades del usuario para asignarle una interfaz de acuerdo a esto, de la misma manera existen plataformas implementadas y disponibles en Ecuador, una diseñada para proporcionar apoyo educativo a niños con Síndrome de Down y autismo (Chimbo Pinargote & Requena Hojas, 2019), y otra enfocada al desarrollo comunicativo y conductual para personas con autismo (Zamora Millan, 2017) realizada con el fin de apoyar las terapias que necesitan.

Desde este aspecto se presentan varios trabajos que si bien evalúan el impacto de las interfaces aún es necesario el mejoramiento en aspectos específicos como la interacción con las interfaces y como los patrones de diseño específicos pueden mejorar la accesibilidad y usabilidad de las plataformas. Bajo esta perspectiva, el propósito de este trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura que permita crear una guía de patrones de diseño de interfaces para personas con autismo, esto valorando distintos trabajos relacionados con interfaces ya implementadas y estudiadas, teniendo en cuenta además las pautas de usabilidad y accesibilidad con estándares internacionales para probar su adaptabilidad y la respuesta del usuario.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Trastorno del Espectro Autista (TEA)

El autismo también llamado trastorno del espectro autista (TEA), es un trastorno del desarrollo en la función cerebral distinguido por tres características: deterioro

de la comunicación verbal y no verbal, reducción Interacción social y trastornos del comportamiento (Reed, 2016), teniendo rasgos diferentes de interacción, comportamiento y un enfoque de atención limitado en señales multisensoriales específicas (Olmedo Vizueta, y otros, 2014), cada persona tiende a padecer afecciones singulares en varias de sus facultades, esta es la razón por la que el autismo se considera un espectro.

1.2.2. Interacción Humano-Computador (HCI)

El termino interacción humano computador hace referencia al estudio de cómo las personas interactúan con la tecnología, incluyendo cómo la tecnología puede ser diseñada para ser más fácil y eficiente de usar (Vaca Cardenas, Avila Pesantez, Vaca Cárdenas, & Meza , 2020), este concepto se relaciona con varias etapas en el proceso de desarrollo, incluido el diseño, implementación y evaluación de sistemas interactivos (Issa & Isaias, 2015), donde para el diseño de HCI se debe centralizar en el usuario para integrar el conocimiento de diferentes disciplinas e incluir una evaluación de usabilidad efectiva que pueda ayudar a una comunicación fluida entre el computador y el usuario.

El HCI nace desde la aparición de los primeros computadores, surgiendo del razonamiento de que las máquinas más sofisticadas son inútiles a menos que puedan ser utilizadas adecuadamente por los hombres (Sinha, Shankar, & Shahi, 2010), es una disciplina relacionada con el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas informáticos interactivos para uso humano y con el estudio de los principales fenómenos que los rodean.

1.2.3. Interfaces de usuarios (UI)

La interfaz de usuario es la forma como un usuario puede comunicarse con el sistema a través de una computadora o dispositivo móvil, considerando que el diseño de la interfaz debe satisfacer las necesidades de las personas que tienen la intención de utilizar la interfaz (Briones Villafuerte, Naula Bone, Vaca Cárdenas, & Vaca Cárdenas, 2022).

Uno de los principales elementos de las aplicaciones de software considerado crítico es la interfaz de usuario ya que varias aplicaciones bien estructuradas finalmente fallan debido a la incapacidad para adoptar un diseño de interfaz de usuario efectivo (Pitale & Bhumgara, 2019), esto se debe a que el usuario finalmente es el que determina la versatilidad y facilidad de uso que pueda llegar a tener, es el que valorará el uso del aplicativo de software y por ende el público al que lo utilizará.

2. Materiales y Métodos

Para llevar a cabo el estudio, se realizó un proceso de cinco pasos: (1) Definir las preguntas de investigación; (2) buscar los documentos pertinentes; (3) seleccionar los estudios primarios; (4) analizar los resúmenes y extraer palabras clave y datos; (5) mapear los estudios primarios seleccionados y (6) presentar los resultados. Para facilitar la selección de los estudios se complementó el trabajo con el software de Parsifal el cual proporcionó herramientas para ir documentando la investigación con asistencia sobre el proceso de selección de estudios.

2.1. Preguntas de Investigación

Para enmarcar la investigación sobre la problemática planteada, se establecieron preguntas de investigación (RQs), las cuales se definieron siguiendo los objetivos de este estudio: analizar y definir las tendencias en el diseño de interfaces para personas con autismo. De esta manera, seguimos los respectivos lineamientos que conducen a los RQ que se presentan a continuación:

RQ1: ¿Qué estrategias de diseño de interfaces se han utilizado para mejorar la experiencia de usuario para personas con autismo?

RQ2: ¿Qué resultados se han mantenido sobre los estudios de campo o empíricos sobre el tema?

RQ3: ¿Cuáles son las técnicas y herramientas para el diseño de patrones de interfaces para personas con autismo?

RQ4: ¿Cuáles son los países con mayor desarrollo en el tema de interfaces para personas con autismo?

2.2. Criterios de Inclusión y Exclusión

Para la selección de los estudios se tuvieron en cuenta los títulos y resúmenes correspondientes en los que se denotaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión que se observan en la Tabla 1:

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Artículos de revista.	Artículos recientes.
Conferencias en congresos.	Investigaciones no publicadas.
Artículos desde 2018.	Artículos no relacionados a tecnología educativa para personas con autismo.
Estudios en idioma inglés o español.	Libros
Estudios relacionados con tecnología para personas con autismo.	Tesis

Tabla 1 – Criterios de Inclusión y exclusión.

2.3. Bibliotecas Digitales y Cadenas de Búsquedas

Se consideró las siguientes bibliotecas digitales para la revisión de la literatura: IEEE Xplore, Emerald Insight y Science Direct; debido a que proveen una extensa gama de publicaciones en el campo de la ingeniería, mantienen una base de datos completa y consistente.

En un principio para realizar la búsqueda inicial, se utilizó palabras clave y términos de búsqueda estrechamente relacionados con los siguientes términos: HCI, autism, user Interface.

A partir de estos términos se formuló la cadena de búsqueda a utilizar en la investigación formándose la siguiente cadena: ("autism") AND ("HCI" OR "user interface"), la cual se aplicó al título, resumen y palabras clave en el período de búsqueda comprendido entre 2018 y 2022.

2.4. Evaluación de calidad

Para finalizar la búsqueda se plantearon normas de calidad para refinar los artículos seleccionadas, esto a través de una evaluación compuesta con 3 parámetros que comprenden lo siguiente:

- Indexada a Scopus
- Haber sido citada al menos 10 veces
- Investigación interdisciplinar

Cada parámetro comprende una calificación a considerar como se observa en la Tabla 2, pues la suma de los parámetros mostró un puntaje que ayudó a la discriminación de los artículos, donde aquellos que tengan una calificación igual o mayor a 2.5 serán quienes pasarán la evaluación y serán utilizados en el presente trabajo.

Descripción	Valor
<i>Si</i>	<i>1.0</i>
<i>Parcialmente</i>	<i>0.5</i>
<i>No</i>	<i>0.5</i>

Tabla 2 – Calificación de parámetros de evaluación de calidad

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados de la búsqueda

Los resultados obtenidos de la búsqueda inicial, a través de la cadena de búsqueda formulada, en cada una de las bibliotecas digitales se muestran en la tabla 3.

Cadena de búsqueda	Biblioteca digital	Resultados
("autism") AND ("HCI" OR "user interface")	<i>IEEE Xplore</i>	<i>55</i>
	<i>Emerald Insight</i>	<i>94</i>
	<i>Science Direct</i>	<i>809</i>

Tabla 3 – Resultados de la búsqueda inicial.

Al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, y descartar estudios que no estaban acordes a la temática con el afán de depurar artículos no relacionados a la búsqueda inicial se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 4:

Bibliotecas digitales	Artículos identificados	Total, aplicando criterios de inclusión y exclusión	Total, depurando artículos no relacionados.
IEEE Xplore	55	22	18
Emerald Insight	94	54	14
Science Direct	809	97	17

Tabla 4 – Resultados de la aplicación de criterios de inclusión y exclusión.

Item	Título	Fuentes
1	<i>Empowering autistic adults through their involvement in the development of a virtual world</i>	Emerald Insight
2	<i>Two sides of the same coin: accessibility practices and neurodivergent users' experience of extended reality</i>	
3	<i>Interactive video-player to improve social smile in individuals with autism spectrum disorder</i>	
4	<i>The application of augmented reality in the learning of autistic students: a systematic and thematic review in 1996–2020</i>	
5	<i>Piloting an adaptive skills virtual reality intervention for adults with autism: findings from user-centered formative design and evaluation</i>	
6	<i>Effects of interface layout design on mobile learning efficiency: a comparison of interface layouts for mobile learning platform</i>	
7	<i>Design and implementation of an intelligent tutoring system in the view of learner autonomy</i>	
8	<i>Identifying gaps in using artificial intelligence to support students with intellectual disabilities from education and health perspectives</i>	
9	<i>Communication Learning User Interface Model for Children with Autism with the Goal-Directed Design Method</i>	IEEE
10	<i>Exploring Human-Computer Interaction (HCI) criteria in the design and assessment of Next Generation VR based education and training environments</i>	
11	<i>An Augmentative System with Facial and Emotion Recognition for Improving Social Skills of Children with Autism Spectrum Disorders</i>	
12	<i>Virtual Reality Based Collaborative Multiplayer Task Platform for Children with Autism</i>	
13	<i>Multimedia Elements in Designing Mobile App Interface for Autistic Children: Proxy User Perspective</i>	
14	<i>Emotion Recognition in Children with ASD using Technologies: A Systematic Mapping Study</i>	
15	<i>Comparison of the Theory of Mind Tests on the Paper, 2D Touch Screen and Augmented Reality Environments on the Students With Neurodevelopmental Disorders</i>	
16	<i>User Experience / User Interface (UX/UI) Design for Autistic Spectrum Disorder (ASD) Color Based Emotion Detection System: A Review</i>	

Item	Título	Fuentes
17	<i>Human-Computer Interaction based Joint Attention cues: Implications on functional and physiological measures for children with autism spectrum disorder</i>	Science Direct
18	<i>Bridging the gap in mobile interaction design for children with disabilities: Perspectives from a pediatric speech language pathologist</i>	
19	<i>HikePal: A mobile exergame to motivate people with intellectual disabilities to do outdoor physical activities</i>	
20	<i>Mobile app-based chatbot to deliver cognitive behavioral therapy and psychoeducation for adults with attention deficit: A development and feasibility/usability study</i>	
21	<i>AutismOnt: An Ontology-Driven Decision Support For Autism Diagnosis and Treatment</i>	
22	<i>Robot-Assisted Intervention for children with special needs: A comparative assessment for autism screening</i>	
23	<i>Dynamic difficulty adjustment technique-based mobile vocabulary learning game for children with autism spectrum disorder</i>	
24	<i>The role of robotic toys in shaping play and joint engagement in autistic children: Implications for future design</i>	

Tabla 5 – Artículos seleccionados

Finalmente se aplicó la evaluación de calidad a cada uno de los estudios seleccionados para refinar la búsqueda dejando así un total de 24 estudios que fueron utilizados y que se muestran a continuación en la Tabla 5.

Estadísticamente los resultados de todo el proceso se pueden observar en la Figura 1 que muestra el esquema de los trabajos obtenidos en la búsqueda inicial con la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión en cada biblioteca digital, además en la Figura 2 se puede analizar la representación de los trabajos seleccionados por cada recurso en comparación de aquellos que arrojó la investigación.

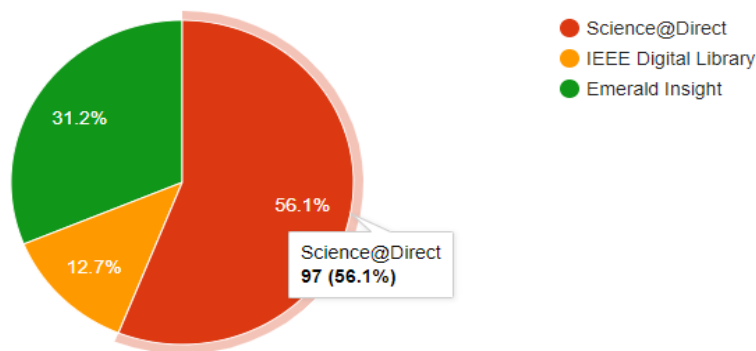


Figura 1 – Artículos por fuente

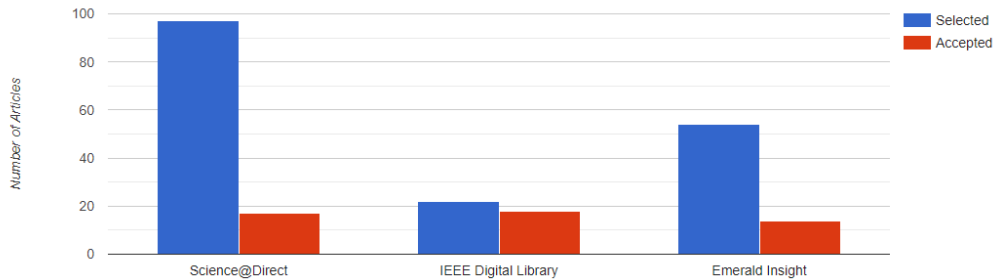


Figura 2 – Artículos aceptados por fuente

3.2. Análisis de la búsqueda

Los estudios que fueron seleccionados pasaron por un proceso de examinación y análisis en el que se obtuvieron diferentes parámetros que se toman en cuenta para la creación de interfaces dirigidas para personas con autismo, esto con el afán de encontrar patrones en el diseño que puedan existir y poder tener en cuenta para trabajos posteriores. A continuación, en la Tabla 6 se pueden observar los descubrimientos de este análisis, en el cual se mencionan los principales argumentos de los trabajos en conjunto con los métodos que utilizan para mejorar la usabilidad de las interfaces en personas con autismo.

Estudios	Enfoque de estudio	Planteamientos del estudio	Métodos de ayuda para personas con TEA
(Politis, Olivia, & Olivia, 2019)	Enfoque educativo y de inserción social.	- Implementación de un diseño participativo donde se involucren a las personas con autismo para la creación de plataformas dirigidas para ellos. - Beneficios del uso de la realidad aumentada para problemáticas como el autismo.	- Diseño de escenarios multijugadores. - Escenarios para ayudar inserción social más real.
(Lukava, Morgado Ramirez, & Barbareschi, 2022)	Enfoque investigativo	- Sobrecarga sensorial provoca mala experiencia. - Falta de conocimiento y pautas para la implementación de la accesibilidad. - Falta de conocimiento y pautas para la implementación de la accesibilidad.	- Balancear la carga sensorial. - Configuración sensorial para personalización de experiencias (Luces, apariencia, sonidos, eventos, velocidad de movimientos). - Inclusión del usuario para brindar mejor perspectiva
(Khullar, Bala, & Singh, 2018)	Enfoque terapéutico.	- Sistema de recompensa para alentar la sonrisa social. - La sonrisa social como habilidad difícil para personas con TEA.	- Previa introducción sobre la herramienta a utilizar. - Utilización de reproductor de video interactiva basado en una red neuronal de convolucional (CNN).

Estudios	Enfoque de estudio	Planteamientos del estudio	Métodos de ayuda para personas con TEA
(Lorenzo, Lledó, Lorenzo-Lledó, & Gilabert Cerdá, 2022)	• Enfoque educativo.	• Potencial de la realidad aumentada para una experiencia de aprendizaje más interactiva y atractiva para personas con autismo. • Utilización de la realidad aumentada para introducción de personas con TEA a actividades de la vida cotidiana.	• Aprendizaje individualizado. • La realidad aumentada supone una herramienta atractiva que aumenta motivación y participación. • Utilización de elementos visuales y auditivos para mejor comprensión
(Schmidt & Glaser, 2021)	• Enfoque Terapéutico.	• Uso de realidad virtual para ayudar a actividades adaptativas. • Visualización de mejora de habilidades.	• Uso de imágenes y videos para introducción de actividades a desarrollar. • Introducción progresiva a la actividad a realizar. • Personalización de actividades. • Retroalimentación en tiempo real. • Uso de elementos visuales con los que se familiarice el usuario.
(Zhang, Hou, & Chen, 2022)	• Enfoque educativo.	• Interfaz de aprendizaje móvil para apoyo educativo. • Eficiencia del aprendizaje móvil. • La organización y la accesibilidad de los elementos de la interfaz, la legibilidad y la funcionalidad son factores clave para mejorar la eficacia del aprendizaje.	• Diseño de navegación basado en pestañas. • Uso de interfaz de aprendizaje móvil provee mayores beneficios. • La interactividad y retroalimentación pueden mejorar la eficacia del aprendizaje. • Diseños simplificados con menos distracciones y con jerarquías visuales claras.
(Le & Jia, 2022)	• Enfoque educativo.	• Sistema de tutoría inteligente. • Brinda aprendizaje autónomo para cada usuario que lo utilice.	• Diseño de aprendizaje individualizado. • Retroalimentación automática. • Diseño adaptativo para cada persona.
(Kharbat, Alshawabkeh, & Woolsey, 2021)	• Enfoque investigativo.	• La IA en la educación se ha encargado de crear tecnologías educativas personalizadas para satisfacer las necesidades individuales de los alumnos.	• Uso de aprendizaje individualizado.
(Susanti, Junaedi, & Effendy, 2019)	• Enfoque terapéutico y educativo.	• Modelo de diseño de interfaz para apoyo académico a personas con autismo. • Proponen un modelo que enfatiza la importancia del diseño dirigido a objetivos, lo que implica establecer objetivos de aprendizaje claros y diseñar interfaces que respalden esos objetivos.	• Diseño dirigido por objetos. • Retroalimentación. • Diseño interactivo. • Inclusión de usuarios autistas para desarrollo de interfaz. • El uso de colores, íconos, tipo de letra y diseño de cada botón debe ser consistente.

Estudios	Enfoque de estudio	Planteamientos del estudio	Métodos de ayuda para personas con TEA
(Cecil, y otros, 2021)	Enfoque educativo.	- Diseño de plataforma educativa basada en realidad virtual. - Uso de entornos de formación basados en realidad virtual. - El papel de la densidad visual en la oferta de un entorno virtual.	- Enfoque de diseño participativo. - Uso de análisis de comportamiento aplicado. - Uso de interfaces hápticas y entornos 3D totalmente inmersivos. - Evitar que la interfaz abrume al usuario con una sobrecarga sensorial.
(Alharbi & Huang, 2020)	Enfoque terapéutico.	- Plataforma basada en reconocimiento facial y emocional para apoyo terapéutico en casos de dificultad de comunicación y desarrollo social. - Uso de sistemas de software aumenta el interés de los niños autistas por aprender jugando.	- Basado en análisis de comportamiento aplicado. - Implementa el reconocimiento facial y emocional para identificar el contenido que se va a impartir.
(Babu, Sinha, S., & Lahiri, 2019)	Enfoque educativo y recreativo.	- Basado en tareas multijugador en realidad virtual. - La plataforma busca mejorar la interacción social en un entorno controlado.	- Entornos colaborativos multijugador. - Retroalimentación visual. - Uso de diferentes escenarios.
(Sofian, Sobri Hashim, & Sarlan, 2021)	Enfoque educativo y recreativo	- Exploración de perspectivas de los usuarios de proxys sobre los elementos multimedia en el diseño de la interfaz de una aplicación móvil para niños con autismo. - Uso de elementos multimedia puede ayudar a mejorar la experiencia de usuario de los niños autistas.	- Interfaces atractivas con elementos multimedia para mejorar experiencia de usuario. - Simplicidad y claridad en el diseño. - Elementos visuales definidos. - Navegación intuitiva. - Implementar plataforma adaptativa.
(Pavez, Díaz, & Vega, 2019)	Enfoque exploratorio y educativo.	- Tecnologías de reconocimiento de emociones para niños con TEA. - La tecnología de reconocimiento ayuda a medir y evaluar las habilidades de reconocimiento emocional de los niños con ASD, así como para proporcionar retroalimentación y entrenamiento.	Reconocimiento de emociones.

Estudios	Enfoque de estudio	Planteamientos del estudio	Métodos de ayuda para personas con TEA
(Altan Akin & Gokturk, 2019)	Enfoque educativo	- La realidad aumentada supone una herramienta efectiva para evaluar y mejorar la capacidad de la teoría de la mente (ToM) en niños con trastornos del neurodesarrollo. - Los resultados mostraron que las puntuaciones de ToM en la prueba realidad aumentada fueron significativamente más altas que las puntuaciones en las pruebas de papel y pantalla táctil 2D.	Uso de la teoría de la mente en conjunto con la realidad aumentada.
(Ismail, Ramli, & Rozzani, 2021)	Enfoque exploratorio y educativo.	- Sistema de detección de emociones para niños con autismo. - Uso de señales visuales como códigos de colores.	- Uso mínimo de contenido, menús e íconos, botones más grandes e interactivos como animaciones y sonidos. - Tener en cuenta la colorimetría
(Vishav & Uttama, 2020)	Enfoque terapéutico.	Exploración de pistas de atención conjunta para mejorar habilidad social en personas con autismo.	- Uso de señales de atención conjunta, tomando en cuenta la capacidad cognitiva limitada y la necesidad de proporcionar un entorno visual claro y estructurado. - Retroalimentación clara y precisa para que los niños puedan comprender y responder a las señales de atención conjunta.
(Du & Salen Tekinbas, 2020)	Enfoque educativo.	Diseño de interacciones móviles para niños con discapacidades.	- Fácil navegación, con lenguaje claro y personalizable según las necesidades de los niños. - Diseño adaptativo. - Proporcionar retroalimentación educativa y visual.
(Torrado, Jaccheri, Pelagatti, & Wold, 2022)	Enfoque terapéutico.	Desarrollo de una aplicación móvil de exergame que tiene como objetivo motivar a las personas con discapacidades intelectuales para realizar actividades físicas al aire libre.	- Interfaz simple y colorida, con iconos grandes y botones para facilitar la interacción. - Inclusión de elementos visuales y auditivos para proporcionar retroalimentación clara y directa al usuario. - Uso de la gamificación, como sistema de recompensas y logros.
(Jang, y otros, 2021)	Enfoque terapéutico.	Desarrollo y evaluación de la viabilidad y usabilidad de un chatbot basado en una aplicación móvil para brindar terapia cognitivo-conductual (TCC) y psicoeducación para adultos con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH).	- Uso de variedad de opciones de respuesta y retroalimentación visual para el usuario. - Diseño interactivo. - Inclusión de opciones de personalización de ajustes y opciones de agregar notas a las sesiones de terapia. - Diseño interactivo.

Estudios	Enfoque de estudio	Planteamientos del estudio	Métodos de ayuda para personas con TEA
(Hassan & Mokhtar, 2022)	Enfoque terapéutico.	Diseño e implementación de una ontología para apoyar el diagnóstico y tratamiento del autismo.	- Diseño de interfaz fácil de navegar, con iconos y etiquetas claras y concisas. - Inclusión de elementos de diseño atractivos, como colores y gráficos, para aumentar la motivación de los usuarios.
(Ramírez-Duque, Bastos, Munera, & Carlos A. Cifuentes, 2020)	Enfoque terapéutico.	- La tecnología robótica puede ser utilizada como una herramienta eficaz en la evaluación de niños con necesidades especiales. - Los robots pueden ser utilizados para evaluar habilidades sociales, comunicativas y de juego en niños con autismo.	Diseño atractivo y amigable para los niños, con colores brillantes y movimientos suaves y fluidos.
(Shohieb, Doenyas, & Elhady, 2022)	Enfoque terapéutico.	Creación de un juego de aprendizaje de vocabulario en dispositivos móviles que utiliza la técnica de ajuste dinámico de dificultad para adaptarse a las necesidades individuales de los niños con trastornos del espectro autista (TEA).	- Uso de ajuste dinámico de dificultad para adaptar el juego a las habilidades individuales de los niños. - Interfaz simple, fácil de usar, con gráficos atractivos para mantener la atención. - Uso de iconos y símbolos visuales para ayudar a los niños con dificultades de comunicación y comprensión. - Personalización de la interfaz.
(Laurie, Manches, & Fletcher-Watson, 2022)	Enfoque educativo y terapéutico.	Explora cómo los juguetes robóticos pueden ser utilizados para mejorar el juego y el compromiso conjunto en niños autistas.	- Diseño amigable e intuitivo. - Interfaz con una comunicación bidireccional. - Interfaz adaptativa a preferencias y necesidades del usuario.

Tabla 6 - Análisis de los artículos seleccionados y principales descubrimientos

3.3.Respuesta de las preguntas de investigación

Los estudios seleccionados en la presente revisión sistemática de la literatura han servido para responder a las preguntas de investigación que se plantearon y que son el foco de esta investigación.

En cuanto a la RQ1 en relación a estrategias de diseño de interfaces se han utilizado para mejorar la experiencia de usuario para personas con autismo se descubrió que a lo largo de los diferentes artículos se pueden encontrar diversas estrategias de diseño de interfaces para mejorar la experiencia de usuario para personas con autismo. Algunas de estas estrategias incluyen la utilización de tecnologías como la realidad virtual que se evidencian en trabajos como (Schmidt & Glaser, 2021), (Babu, Sinha, S., & Lahiri, 2019) y (Politis, Olivia, & Olivia, 2019), y la realidad aumentada (Altan Akin & Gokturk, 2019), sistemas de reconocimiento facial (Alharbi & Huang, 2020)

y de emociones (Pavez, Díaz, & Vega, 2019), así como el uso de juegos y ejercicios interactivos para mejorar habilidades sociales (Khullar, Bala, & Singh, 2018) y de comunicación (Babu, Sinha, S., & Lahiri, 2019). Además, se han propuesto técnicas como el diseño centrado en el usuario y el enfoque en la accesibilidad (Lukava, Morgado Ramirez, & Barbareschi, 2022) y la utilización de patrones de diseño específicos para usuarios con autismo.

En consideración a la RQ2 que refiere a los resultados de los estudios de campo y empíricos sobre interfaces para usuarios con autismo, se han encontrado avances significativos en la mejora de habilidades sociales y de comunicación (que son las dificultades más importantes que presentan las personas con autismo), así como en el desarrollo de habilidades cognitivas y de aprendizaje a través del uso de diferentes tecnologías y estrategias de diseño de interfaces. Sin embargo, también se han identificado desafíos y limitaciones en la implementación y adopción de estas tecnologías, incluyendo la falta de recursos (Kharbat, Alshawabkeh, & Woolsey, 2021) y capacitación para los usuarios (Hassan & Mokhtar, 2022) y proveedores de servicios de salud (Lorenzo, Lledó, Lorenzo-Lledó, & Gilabert Cerdá, 2022).

Con respecto a la RQ3 que considera las técnicas y herramientas para el diseño de patrones de interfaces para personas con autismo incluyen la utilización del diseño centrado en el usuario y el enfoque en la accesibilidad. Además, se han propuesto técnicas específicas para el diseño de interfaces como la utilización de colores suaves que provoquen una sensación calmante y estimulante como son el verde y el azul (Ismail, Ramli, & Rozzani, 2021), y formas específicas como el uso de elementos multimedia y visuales que faciliten la comprensión y el aprendizaje de concepto, así como la simplificación de la información (Sofian, Sobri Hashim, & Sarlan, 2021) y la estructura de la interfaz (Susanti, Junaedi, & Effendy, 2019).

Finalmente, lo que corresponde a la RQ4 que hace referencia a los países con mayor desarrollo en el tema de interfaces para personas con autismo, no se puede determinar con certeza ya que la investigación y el desarrollo de tecnologías y estrategias de diseño de interfaces para personas con autismo se está llevando a cabo en diferentes países y a nivel internacional. Sin embargo, algunos países que han destacado en la investigación y el desarrollo en este campo incluyen Estados Unidos (Jang, y otros, 2021), Reino Unido (Zhang, Hou, & Chen, 2022), Japón (Shohieb, Doenyas, & Elhady, 2022) y China (Du & Salen Tekinbas, 2020), entre otros.

3.4. Discusión

El propósito de esta revisión fue encontrar los principales parámetros utilizados en el diseño de interfaces dirigidas a personas con autismo, luego de un análisis a la literatura se han descubierto diversos factores interesantes y repetitivos entre los 24 artículos seleccionados en los cuales se destaca lo siguiente:

- Utilización de realidad virtual: El uso de escenarios inmersivos de realidad virtual ha demostrado ser un apoyo a las personas con autismo, principalmente a personas mayores, ya sean jóvenes, adolescentes o adultos que lo padecen, (Cecil, y otros, 2021), ya que en estos se pueden aplicar escenarios reales que apoyan la inserción de personas con TEA en actividades de la vida cotidiana

que puedan llegar a dificultárseles realizar (Lorenzo, Lledó, Lorenzo-Lledó , & Gilabert Cerdá, 2022), se descubrió además que el uso de esta herramienta motiva más a las personas (Altan Akin & Gokturk, 2019) lo cual propone un potencial bastante alto para más plataformas de este tipo.

- Retroalimentación un aliado para realización de tareas: La utilización de una retroalimentación inmediata puede suponer un atractivo a interfaces de este tipo (Torrado, Jaccheri, Pelagatti, & Wold, 2022), pues promueve la interacción activa con recompensas, motivando más la realización de las tareas (Babu, Sinha, S., & Lahiri, 2019).
- La personalización de los escenarios: Se observó que en un amplio aspecto beneficioso la opción de personalización de las actividades con un diseño individualista (Lorenzo, Lledó, Lorenzo-Lledó , & Gilabert Cerdá, 2022; Le & Jia, 2022), pues así se diversifica el contenido dependiendo de las necesidades que tenga el usuario (Du & Salen Tekinbas, 2020), ya que como se menciona anteriormente, el autismo es un espectro donde cada persona tiene diferentes síntomas y afecciones a tratar, en este sentido un diseño individualizado permite que cada contenido tenga un enfoque que apoya el nivel cognitivo de cada usuario (Kharbat, Alshawabkeh, & Woolsey, 2021).
- Tomar en cuenta el sobrecargo sensorial: Los estudios apuntan a que la sobrecarga sensorial puede ser un limitante para las personas con TEA, pues llega a ser disminuir la calidad de la experiencia sobre todo en escenarios de realidad virtual (Lukava, Morgado Ramirez, & Barbareschi, 2022), por lo cual se propone la implementación de opciones de personalización sensorial, en forma de configuraciones como la luz, la velocidad, los sonidos para tener una mejor experiencia con las interfaces.
- Entorno conciso y claro: El uso de la simplicidad y jerarquización de los contenidos puede ayudar a un mejor entendimiento y utilización de las interfaces (Sofian, Sobri Hashim, & Sarlan, 2021; Zhang, Hou, & Chen, 2022), pues la sencillez ayuda a no tener una sobrecarga sensorial y a un mejor entendimiento (Shohieb, Doenyas, & Elhady, 2022).
- Diseño atractivo e intuitivo: La implementación de diseños atractivos para el uso de interfaces produce mejores respuestas (Torrado, Jaccheri, Pelagatti, & Wold, 2022; Susanti, Junaedi, & Effendy, 2019), se ha descubierto en los diferentes trabajos revisados que el empleo de elementos como iconos, gráficos y símbolos visuales ayuda a un mejor entendimiento de los sistemas (Ismail, Ramli, & Rozzani, 2021), además que los gráficos que se puedan asociar a objetos de la vida cotidiana provocan la familiarización con los sistemas y provocan mejores respuestas (Schmidt & Glaser, 2021).
- Utilización de imágenes y videos: Como se denota con lo anterior las interfaces para personas con autismo en general buscan elementos que sean atractivos visualmente (Jang, y otros, 2021) para mantener un factor de concentración y poder motivar el uso (Hassan & Mokhtar, 2022), esto debido a que las personas autistas suelen necesitar más estímulos visuales para mantener un contacto prolongado ya sea en un escenario de la vida real como en interfaces (Vishav & Uttama, 2020).
- Apoyo con tecnología de reconocimiento facial: El reconocimiento facial propone una ayuda para medir y evaluar habilidades de reconocimiento emocional en

niños con autismo (Pavez, Díaz, & Vega, 2019), a su vez esta implementación puede ayudar a los padres o terapeutas a tener conciencia sobre la satisfacción de las actividades que puedan llegar a desarrollar a través de las plataformas, y enfocar su atención las emociones que provoca cada paso que pueda llegar a dar en esta.

- Inclusión de usuarios en el diseño de interfaces: La inserción de usuarios en el diseño de las interfaces ha supuesto una gran ventaja, pues gracias a esto se puede llegar a entender la perspectiva del usuario, por ejemplo (Lukava, Morgado Ramirez, & Barbareschi, 2022) en su trabajo pudo reconocer que existía una sobrecarga sensorial que afectaba a personas neurodivergente provocando una mala experiencia con la tecnología que el planteaba, gracias a la inclusión del usuario puedo reconocer estas falencias.

Todos estos rasgos pueden considerarse en la creación de interfaces para plataformas dirigidas a personas con TEA esto siendo un punto de partida para las consideraciones que se deben tomar en cuenta en el diseño a realizar, las investigaciones que se han elaborado sobre el tema han demostrado la eficacia de los elementos mencionados anteriormente, además el descubrimiento de que si existen patrones en las plataformas ya antes implementadas suponen que sirven en el diseño de interfaces y que apoyan a la accesibilidad de las plataformas educativas. Por otro lado, se logró hallar que la realidad virtual tiene un gran potencial como herramienta para apoyar terapias en personas autistas, aunque los escenarios inmersivos en un lapso largo de tiempo pueden a tener consecuencias en personas autistas, pues llegan a sufrir un aumento de ansiedad con su uso por lapsos de tiempos grandes.

3.5. Propuesta: Prototipo de interfaces de un juego para enseñar Matemática.

En base a los hallazgos que se expusieron anteriormente se formuló un prototipo de interfaces, que contemplan los patrones encontrados dentro de los estudios que se consideraron para la realización del presente trabajo, dando como resultado lo siguiente:



Figura 4 – Mock-up interfaz de inicio



Figura 5 – Mock-up interfaz de juego

El modelo se realizó con una gama de colores relajantes como el verde y el azul, incluyendo un color más llamativo como es el amarillo así motivando el atractivo de la interfaz. La parte interactiva del boceto de interfaz fue hecha de manera sencilla y entendible para una mejor adaptabilidad del usuario.

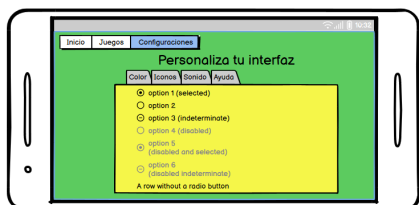


Figura 6 – Mock-up interfaz de configuración

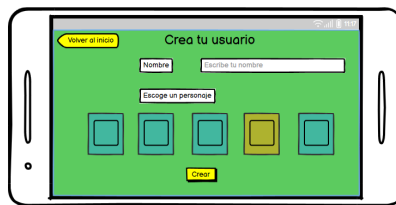


Figura 7 – Mock-up interfaz de registro

Se tomó en consideración una parte de configuraciones donde tenga opciones personalizables de la interfaz para que cada usuario modele la interfaz con los elementos más adecuados, para mejorar la experiencia con la interfaz.



Figura 8 – Mock-up interfaz de recompensa

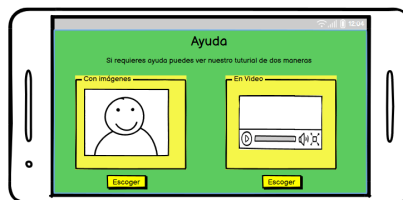


Figura 9 – Mock-up interfaz de ayuda

Se toma en cuenta un sistema de recompensa que ayuda a motivar el uso e interacción con las interfaces. En esta parte se modeló un prototipo de ayuda para una explicación del uso de la interfaz donde se ponen elementos multimedia como imágenes o videos para una mejor recepción de información.

4. Conclusiones

El análisis de los estudios seleccionados ayudaron a establecer rasgos definidos entre las diferentes herramientas tecnológicas que se han desarrollado para personas que padecen autismo, uno de ellos fue determinar que la realidad virtual es un elemento bastante atractivo para la enseñanza y que tiene grandes resultados como método de apoyo terapéutico y educativo para usuarios con TEA, además se muestra que la implementación de configuraciones personalizadas como luz, sonido, velocidad, escenarios, etc..., no solo en este tipo de tecnología, puede mejorar la usabilidad por la carga sensorial tanto en realidad virtual como interfaces para una mejor interacción. Por otra parte, en cuanto a diseño de aplicaciones educativas se muestra una incidencia en recomendaciones de diseños atractivos e intuitivos que apoyen una interfaz de uso fácil siendo sus características la simplicidad, para que no existan demasiadas distracciones, y la claridad para un mejor entendimiento y cómodo uso. También se encontraron patrones en cuanto a la retroalimentación con un sistema de recompensa, debido a que se demostró que aumenta la motivación de los usuarios, así mismo se halló

que la adaptabilidad de los diseños es un factor importante, pues el planteamiento del aprendizaje individualizado permite un enfoque con un mejor resultado en cuanto a experiencia en cada usuario, es por esto que en muchas ocasiones se ha utilizado como opción la inmersión del usuario en el diseño de interfaces, pues al distinguir la perspectiva de éste ayuda a mejorar la accesibilidad y usabilidad de las plataformas que se están por crear.

Finalmente, la propuesta de interfaces presentada es una muestra de los aspectos más importantes a considerarse al momento de diseñar aplicativos para personas con autismo.

Referencias

- Alharbi, M., & Huang, S. (2020). An Augmentative System with Facial and Emotion Recognition for Improving Social Skills of Children with Autism Spectrum Disorders. *2020 IEEE International Systems Conference (SysCon)*, (pp. 1-6). Montreal, QC, Canada.
- Altan Akin, N. T., & Gokturk, M. (2019). Comparison of the Theory of Mind Tests on the Paper, 2D Touch Screen and Augmented Reality Environments on the Students With Neurodevelopmental Disorders. *IEEE Access*, 52390-52404.
- Babu, P. R., Sinha, S., S., A. R., & Lahiri, U. (2019). Virtual Reality Based Collaborative Multiplayer Task Platform for Children with Autism. *2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, (pp. 1-7). Kanpur, India.
- Briones Villafuerte, G., Naula Bone, A., Vaca Cárdenas, M., & Vaca Cárdenas, L. (2022). User Interfaces Promoting Appropriate HCI: Systematic Literature Review. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de informação*, 61-76.
- Cecil, J., Kauffman, S., Cecil-Xavier, A., Gupta, A., McKinney, V., & Sweet-Darter, M. (2021). Exploring Human-Computer Interaction (HCI) criteria in the design and assessment of Next Generation VR based education and training environments. *Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, (pp. 524-525).
- Chimbo Pinargote, H. L., & Requena Hojas, M. G. (2019). Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de competencias comunicativas y conductuales en niños de 3 a 5 años con Trastorno del Espectro Autista de la Asociación Comunitaria Hilarte de la ciudad de Guayaquil. *Universidad Politécnica del Litoral*.
- Du, Y., & Salen Tekinbas, K. (2020). Bridging the gap in mobile interaction design for children with disabilities: Perspectives from a pediatric speech language pathologist. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 100-152.
- Hassan, M. M., & Mokhtar, H. M. (2022). AutismOnt: An Ontology-Driven Decision Support For Autism Diagnosis and Treatment. *Egyptian Informatics Journal*, 95-103.

- Ismail, U. U., Ramli, R., & Rozzani, N. (2021). User Experience / User Interface (UX/UI) Design for Autistic Spectrum Disorder (ASD) Color Based Emotion Detection System: A Review. *2021 IEEE International Conference on Automatic Control & Intelligent Systems (I2CACIS)*, (pp. 114-119). Shah Alam, Malaysia.
- Issa, T., & Isaias, P. (2015). *Sustainable Design: HCI, Usability and Environmental Concerns (Human Computer Interaction)* . Springer.
- Jang, S., Kim, J.-J., Kim, S.-J., Hong, J., Kim, S., & Kim, E. (2021). Mobile app-based chatbot to deliver cognitive behavioral therapy and psychoeducation for adults with attention deficit: A development and feasibility/usability study. *International Journal of Medical Informatics*.
- Kharbat, F. F., Alshawabkeh, A., & Woolsey, M. L. (2021). Identifying gaps in using artificial intelligence to support students with intellectual disabilities from education and health perspectives. *Aslib Journal of Information Management*, 101-128.
- Khullar, V., Bala, M., & Singh, H. P. (2018). Interactive video-player to improve social smile in individuals with autism spectrum disorder. *Advances in Autism*, 109-119.
- Laurie, M. H., Manches, A., & Fletcher-Watson, S. (2022). The role of robotic toys in shaping play and joint engagement in autistic children: Implications for future design. *International Journal of Child-Computer Interaction*.
- Le, H., & Jia, J. (2022). Design and implementation of an intelligent tutoring system in the view of learner autonomy. *Interactive Technology and Smart Education*, 510-525.
- Lorenzo, G., Lledó, A., Lorenzo-Lledó, A., & Gilabert Cerdá, A. (2022). The application of augmented reality in the learning of autistic students: a systematic and thematic review in 1996--2020. *Journal of Enabling Technologies*, 75-90.
- Lukava, T., Morgado Ramirez, D. Z., & Barbareschi, G. (2022). Two sides of the same coin: accessibility practices and neurodivergent users' experience of extended reality. *Journal of Enabling Technologies*, 75-90.
- Mejía Figueroa, A., Quezada Cisnero, M. D., & Juárez Ramírez, J. R. (2016). Developing Usable Software Applications for Users with Autism: User Analysis, User Interface Design Patterns and Interface Components. *4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation*.
- Mohamad Sofian, N., Sobri Hashim, A., & Wan Ahmad, W. F. (2018). A review on usability guidelines for designing mobile apps user interface for children with autism. *AIP Conference Proceedings*.
- Olmedo Vizqueta, D., Bertacchini, F., Vaca Cárdenas, L., Gabriele, L., Travernise, A., Pantano, P., & Bilotta, E. (2014). A Video-Modeling System For Improving Social Skills And Lexicon In Autistic Spectrum Disorder Children. *EDULEARN14 Proceedings*, 6081-6087. Retrieved from <https://library.iated.org/view/OLMEDOVIZUETA2014AVI>

- Pavez, R., Díaz, J., & Vega, D. (2019). Emotion Recognition in Children with ASD using Technologies: A Systematic Mapping Study. *2019 38th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC)*, (pp. 1-8). Concepcion, Chile.
- Pitale, A., & Bhumgara, A. (2019). *Human Computer Interaction Strategies – Designing the User Interface*. Pune, India.
- Politis, Y., Olivia, L., & Olivia, T. (2019). Empowering autistic adults through their involvement in the development of a virtual world. *Advances in Autism*, 303-317.
- Ramírez-Duque, A. A., Bastos, T., Munera, M., & Carlos A. Cifuentes, A. F.-N. (2020). Robot-Assisted Intervention for children with special needs: A comparative assessment for autism screening. *Robotics and Autonomous Systems*.
- Reed, P. (2016). *Interventions for Autism*. Swansea, Gales: JOHN WILEY & SONS INC.
- Schmidt, M. M., & Glaser, N. (2021). Piloting an adaptive skills virtual reality intervention for adults with autism: findings from user-centered formative design and evaluation. *Journal of Enabling Technologies*, 137-158.
- Shohieb, S. M., Doenyas, C., & Elhady, A. M. (2022). Dynamic difficulty adjustment technique-based mobile vocabulary learning game for children with autism spectrum disorder. *Entertainment Computing*.
- Sinha, G., Shankar, M., & Shahi, R. (2010). HUMAN COMPUTER INTERACTION. *Third International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology*. Goa, India: IEEE.
- Sofian, N. M., Sobri Hashim, A., & Sarlan, A. (2021). Multimedia Elements in Designing Mobile App Interface for Autistic Children: Proxy User Perspective. *2021 International Conference on Computer & Information Sciences (ICCOINS)*, (pp. 96-101). Kuching, Malaysia.
- Susanti, F., Junaedi, D., & Effendy, V. (2019). Communication Learning User Interface Model for Children with Autism with the Goal-Directed Design Method. *VII Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y la Comunicación (ICoTIC)*.
- Torrado, J. C., Jaccheri, L., Pelagatti, S., & Wold, I. (2022). HikePal: A mobile exergame to motivate people with intellectual disabilities to do outdoor physical activities. *Entertainment Computing*.
- Vaca Cardenas, L., Avila Pesantez, D., Vaca Cárdenas, M., & Meza, J. (2020). Trends and Challenges of HCI in the New Paradigm of Cognitive Cities. *2020 Seventh International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. Buenos Aires, Argentina.
- Vishav, J., & Uttama, L. (2020). Human-Computer Interaction based Joint Attention cues: Implications on functional and physiological measures for children with autism spectrum disorder. *Computers in Human Behavior*, 106-163.

- Zamora Millan, J. (2017). Aplicación Movil Para Mejorar Los Procesos De Enseñanzaaprendizaje De Los Niños Con Síndrome De Down Y Austismo De La Escuela De Educacion Especial “Ayudanos A Empezar” De La Ciudad De Babahoyo. *Universidad Técnica de Babahoyo*.
- Zhang, M., Hou, G., & Chen, Y.-C. (2022). Effects of interface layout design on mobile learning efficiency: a comparison of interface layouts for mobile learning platform. *Library Hi Tech*.

Evaluación de la experiencia del usuario en la plataforma Moodle UTM a través de un eye-tracking

Pedro Ismael Vélez Mero¹, Leticia Azucena Vaca-Cárdenas²

pvelez7499@utm.edu.ec; leticia.vaca@utm.edu.ec

¹ Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

² Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Pages: 439-457

Resumen: El presente estudio analiza la usabilidad y experiencia del usuario en la plataforma Moodle de la Universidad Técnica de Manabí utilizando el seguimiento ocular y otras metodologías, como pruebas de usuarios, evaluación heurística y análisis de datos. El objetivo de la investigación es identificar problemas de usabilidad y mejorar la experiencia del usuario en el contexto de la Universidad Técnica de Manabí. El seguimiento ocular que permite medir y analizar métricas como el número total de movimientos sacádicos, el tiempo de fijación en el primer elemento y el tiempo de fijación en el primer elemento visualizado. La investigación también se basa en principios de Interacción Humano-Computadora y Organización Internacional de normalización para evaluar la usabilidad de la plataforma. Los resultados son útiles para desarrolladores y responsables de tecnología educativa en la mejora del Moodle y la satisfacción del usuario y demuestran que, en base a los resultados obtenidos, se evidenció que, además del “Tiempo hasta la primera fijación”, otras métricas como el “Número total de fijaciones” y la “Amplitud total de las sacadas” proporcionan información valiosa sobre la usabilidad de la plataforma Moodle en la Universidad Técnica de Manabí. Estas métricas ofrecen una visión más profunda de cómo los usuarios procesan y se mueven a través de la información, lo que puede ser clave para mejorar la organización de elementos en la interfaz, optimizando así la experiencia del usuario y la satisfacción general.

Palabras-clave: Interacción Humano Computadora, seguimiento ocular, Experiencia de usuario, usabilidad.

Evaluation of the user experience in the Moodle UTM platform through eye-tracking

Abstract: The present study analyzes the usability and user experience in the Moodle platform of the Technical University of Manabí using eye-tracking and other methodologies, such as user tests, heuristic evaluation and data analysis. The objective of the research is to identify usability problems and improve the user experience in the context of the Technical University of Manabí. Eye-tracking allows you to measure and analyze metrics such as the total number of saccades, fixation time on the first item, and fixation time on the first displayed item. The research is also

based on Human-Computer Interaction principles and International Organization for Standardization to evaluate the usability of the platform. The results are useful for developers and educational technology managers in improving Moodle and user satisfaction and showed that, based on the results obtained, it was evidenced that, in addition to “Time to First Fixation” (TFF), other metrics as the “Total number of fixations” and the total amplitude of the saccadic movements depending on the valuable information on the usability of the Moodle platform at the Technical University of Manabí. These metrics offer deeper insight into how users process and move through information, which can be key to improving the organization of elements in the interface, thus optimizing user experience and overall satisfaction.

Keywords: *Human Computer Interaction, Eye Tracking, User Experience, usability.*

1. Introducción

La tecnología educativa está revolucionando la forma en que se enseña y aprende en todo el mundo, y la plataforma Moodle se ha convertido en una herramienta básica en la Universidad Técnica de Manabí (UTM). A pesar de su creciente popularidad, aún existen desafíos en cuanto a la usabilidad y la experiencia del usuario en la plataforma. La evaluación de la experiencia del usuario es esencial para garantizar que los estudiantes y profesores puedan utilizar la plataforma de manera efectiva y eficiente. En este estudio, se utiliza el eye-tracking para evaluar la usabilidad y la experiencia del usuario en la plataforma Moodle en la Universidad Técnica de Manabí (J. Bergstrom, 2014).

El presente estudio utiliza una combinación de metodologías de investigación, incluyendo pruebas de usuarios, evaluación heurística y análisis de datos, con el objetivo de obtener una evaluación rigurosa y completa de la usabilidad y la experiencia del usuario en la plataforma Moodle de la Universidad Técnica de Manabí.

La evaluación de la experiencia del usuario a través de un eye-tracking es un proceso complejo que requiere la medición y análisis de varias métricas para comprender mejor cómo los usuarios interactúan con la plataforma. En este artículo, presentamos las principales métricas utilizadas en el estudio, las cuales incluyen el número total de movimientos sacádicos, el tiempo de fijación en el primer elemento y el tiempo de fijación en el primer elemento visualizado (Tobii Customer Portal, 2023).

En este contexto, la Interacción Humano Computador (HCI) puede proporcionar una comprensión más profunda de cómo los usuarios interactúan con la interfaz de la plataforma Moodle y cómo se podría mejorar esta interacción para satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios, con énfasis en las métricas del eye-tracking que se utilizaron para medir la atención y el comportamiento de los usuarios mientras interactúan con la plataforma (G. Briones, 2021).

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar problemas de usabilidad y mejorar la experiencia del usuario en la plataforma Moodle, en el contexto de la Universidad Técnica de Manabí. Además, el estudio será útil para los desarrolladores y responsables de tecnología educativa en la mejora de la plataforma Moodle y la satisfacción del usuario.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Interacción Humano-Computadora (HCI)

La Interacción Humano-Computadora (HCI) es un campo de estudio que se enfoca en cómo los usuarios interactúan con los sistemas computacionales y cómo se pueden diseñar y mejorar los sistemas para que sean más intuitivos y fáciles de usar (Giler Gema, 2018).

1.1.2. Eye Tracking

El eye tracking es un dispositivo que permite registrar los movimientos oculares de los usuarios durante la realización de tareas específicas en la plataforma. Los resultados del estudio se utilizarán para identificar problemas de usabilidad y mejorar la experiencia del usuario en la plataforma Moodle.

1.1.3. Métricas

En cuanto a las métricas (medidas cuantitativas que se calculan a partir de los datos de seguimiento ocular recopilados durante un estudio) que se utilizaron se tiene el número de movimientos sacádicos (Number of Saccades) mide la cantidad de veces que los usuarios mueven sus ojos de un punto de interés a otro en la interfaz de la plataforma, lo que puede indicar áreas de distracción o dificultad en la navegación (Holmqvist, 2011).

La amplitud total de las sacádicas es una medida que cuantifica la extensión de los movimientos oculares durante el proceso de exploración visual. Estos movimientos rápidos y precisos permiten a los ojos saltar de un punto de interés a otro en una imagen o escena, facilitando la adquisición de información relevante. La amplitud de los movimientos sacádicos puede variar en función de factores como la complejidad de la escena, la tarea específica que realiza el observador y las características individuales de cada persona. El análisis de la amplitud total de las sacádicas proporciona información valiosa sobre cómo se distribuye la atención visual y cómo los individuos procesan y organizan la información visual en función de sus objetivos y necesidades (Velichkovsky, 2012).

La métrica de “Time to First Fixation” que mide el tiempo que tarda un usuario en fijar su mirada en un elemento específico de la interfaz de la plataforma Moodle, lo que puede proporcionar información sobre qué elementos son más notables o relevantes para los usuarios (Tobii Customer Portal, 2023).

1.1.4. Estándares de Usabilidad

Los estándares ISO (International Organization for Standardization) que fueron aplicados para esta evaluación fueron los siguientes:

ISO 9241-11 el cual un estándar internacional que se refiere a la evaluación de la usabilidad de los sistemas interactivos. Fue publicada en 1998 por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y proporciona un marco para la evaluación de la usabilidad basado en la observación y el análisis de los usuarios en situaciones de uso real (Nigel Bevan, 2015).

La norma ISO 9241-210 un estándar internacional que se refiere a la evaluación de la accesibilidad de los sistemas interactivos. Fue publicada en 2011 por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y proporciona un marco para la evaluación de la accesibilidad basado en el análisis de las necesidades de las personas con discapacidad y en la observación de cómo interactúan con los sistemas interactivos (Heimgärtner, 2014).

La norma ISO/IEC 9126-1 es un estándar internacional que se refiere a la calidad del software. Fue publicada en 2001 por la Organización Internacional de Normalización (ISO) e International Electrotechnical Commission (IEC) y proporciona un marco para la evaluación de la calidad del software basado en seis características: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad (Bevan, 1997).

2. Materiales y Métodos

El presente estudio utilizó una combinación de metodologías de investigación, incluyendo:

2.1. Prueba de usuario

Esta metodología implica que los usuarios realicen tareas específicas en la plataforma Moodle mientras se registran sus movimientos oculares. Los usuarios también proporcionarán comentarios verbales sobre su experiencia. Los datos de seguimiento ocular y los comentarios de los usuarios se usaron para identificar problemas de usabilidad y áreas de mejora en la plataforma (Tejada Herrera, 2021).

2.2. Evaluación heurística

Esta metodología implicó que el evaluador examine la plataforma y evalúe la usabilidad según un conjunto de principios heurísticos establecidos. Los evaluadores proporcionan comentarios y recomendaciones para mejorar la usabilidad de la plataforma que se reflejará en la discusión (Giménez, 2017).

2.3. Análisis de datos

Los datos se utilizarán para comprender cómo los usuarios interactúan con la plataforma y cómo se pueden mejorar la usabilidad y la experiencia del usuario (Elizabeth León Guzmán, 1996).

2.4. Procedimiento

1. Se procedió con los pasos de configuración y ajustes de la herramienta Tobii pro nano.
2. Se seleccionaron las métricas con las cuales se trabajaron en este proyecto (Time to First Fixation, Number of Saccades, Total amplitude of saccades).
3. Se procedió a montar las imágenes de las interfaces seleccionadas para este proceso las cuales fueron tomadas de la plataforma Moodle UTM (interfaz de login, interfaz de la página principal, interfaz de apartado de calificaciones).

4. A cada interfaz de le asigno un tiempo determinado para su visualización el cual fue de 0 a 8 segundos.
5. Se procedió con la invitación de participantes para las pruebas, los cuales fueron de la facultad de ciencias informáticas (FCI).
6. Se inicio con el proceso de pruebas a cada participante dándoles antes que nada una serie de instrucciones sobre los pasos que tenían que seguir como la manera de posicionar las vistas y calibrarlas con el software e indicándoles la forma de interactuar con él.
7. Se tomaron los datos recolectados en las pruebas.
8. Se realizó el análisis de los datos para después se procesados.

Las Interfaces que fueron evaluadas son:

1. Se presenta la primera interfaz, Virtual Login
 - 1.1. Se muestran las 3 áreas de interés
 - a. Area 001 corresponde a los manuales de estudiantes y docentes.
 - b. Area 002 corresponde al apartado del login.
 - c. Area 003 corresponde a un menú desplegable.



Figura 1 – Interfaz Virtual Login

2. Se presenta la segunda interfaz, Virtual Principal
 - 2.1. Se muestran las 3 áreas de interés
 - a. Area 001 B corresponde a las notificaciones y mensajería.
 - b. Area 002 B corresponde al apartado de los cursos.
 - c. Area 003 B corresponde a la línea de tiempo de las tareas.

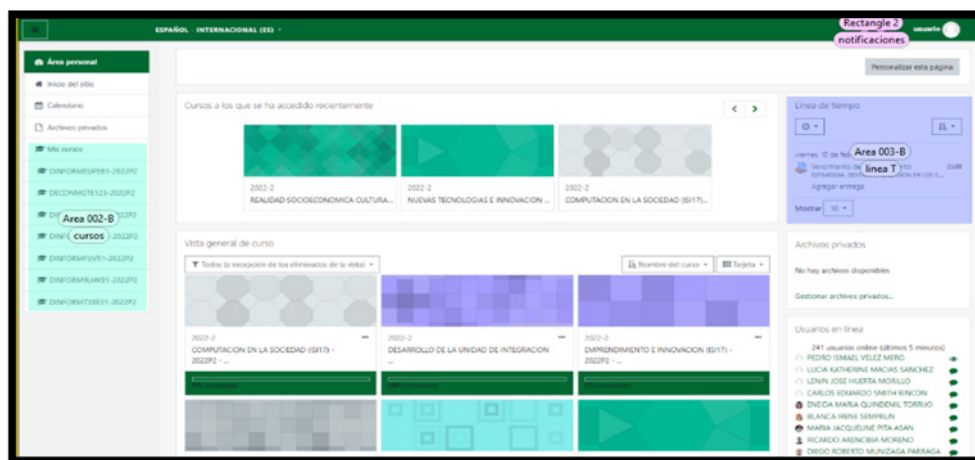


Figura 2 – Interfaz Principal

3. Se presenta la tercera interfaz, Sección de Calificaciones
 - 3.1. Se muestran las 3 áreas de interés
 - a. Area 001 corresponde a los cursos.
 - b. Area 002 corresponde al apartado de resultados de los promedios.
 - c. Area 003 corresponde al menú de usuario.

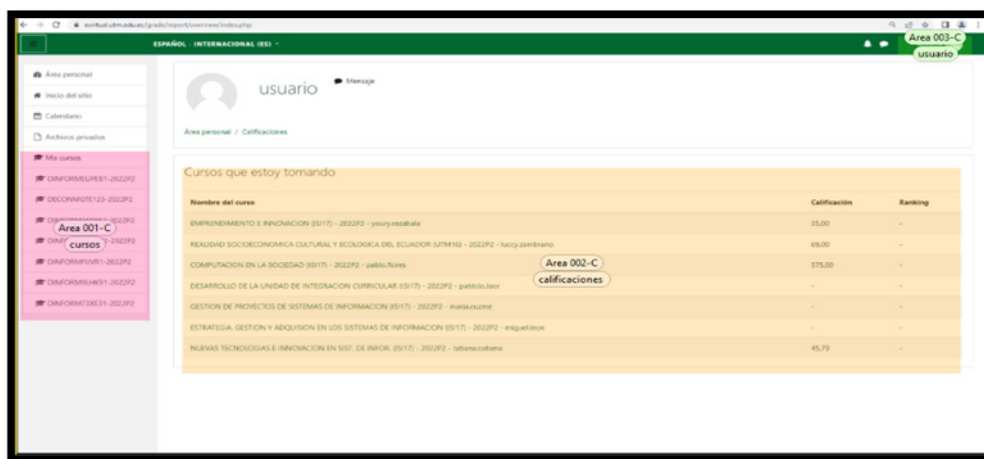


Figura 3 – Interfaz Sección de Calificaciones

3. Resultados y Discusión

El análisis se hizo con una población estudiantil que está compuesta por 30 hombres (71,4%) y 12 mujeres (28,6%), lo que muestra una distribución de género desigual en el grupo analizado.

Se utilizó la métrica Time to First Fixation (TTFF), que permitió medir el tiempo que tarda un observador (estudiante) en fijar su atención en las áreas de interés de las figuras 1,2 y 3.

3.1.1. Resultados Virtual Login

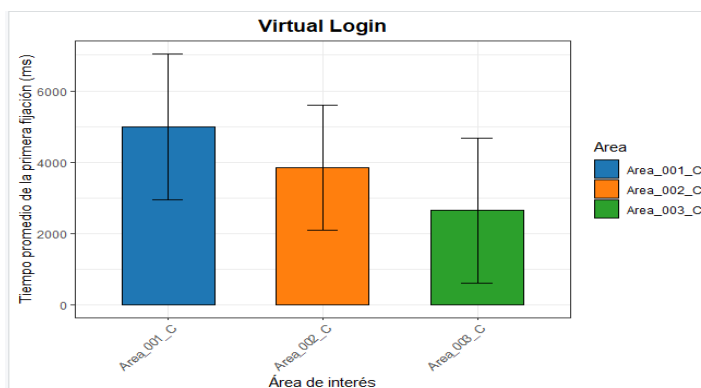


Figura 4 – Resultado Virtual Login – métrica (Time to First Fixation)

La figura 4 muestra el tiempo promedio de la primera fijación (TFF) en tres áreas de interés (Area_001, Area_002 y Area_003) de la figura 1 durante una prueba de seguimiento ocular en la Interfaz Sección Calificaciones.

Los resultados indican que hay una gran diferencia en el TFF entre las tres áreas de interés. La media del TFF en Area_001 ($M = 5003$ ms, $DE = 2.04$) es significativamente mayor que la media en Area_003 ($M = 2653$ ms, $DE = 2.03$) y en Area_002 ($M = 3850$ ms, $DE = 1.76$).

Además, se puede observar que tanto el Área_001 como el Área_002 tienen una diferencia altamente grande con el Área_003, que tiene la media más baja de TFF. Esto puede deberse a que el Área_003 tiene un estímulo visual más simple o menos relevante en comparación con las otras dos áreas.

3.1.2. Resultados Virtual Principal

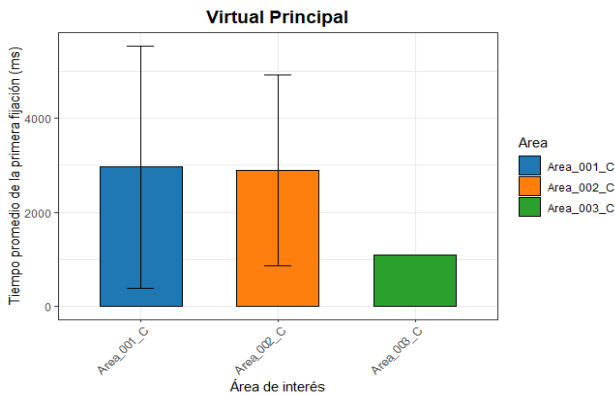


Figura 5 – Resultado Virtual Principal – métrica (Time to First Fixation)

La figura 5 muestra los resultados indican que hay una gran diferencia en el TFF entre Area_001 y Area_002 con respecto al Area_003 de la figura 2.

La media del TFF en Area_001 ($M = 2960$ ms, $DE = 2.57$) es significativamente que la media en Area_002 ($M = 2886$ ms, $DE = 2.03$) y en Area_003 ($M = 1088$ ms, $DE = \text{Nulo}$).

En el Area_003 no hay datos para poder medir la desviación estándar por lo que se le agregó el valor de nulo.

3.1.3. Resultados Sección Calificaciones

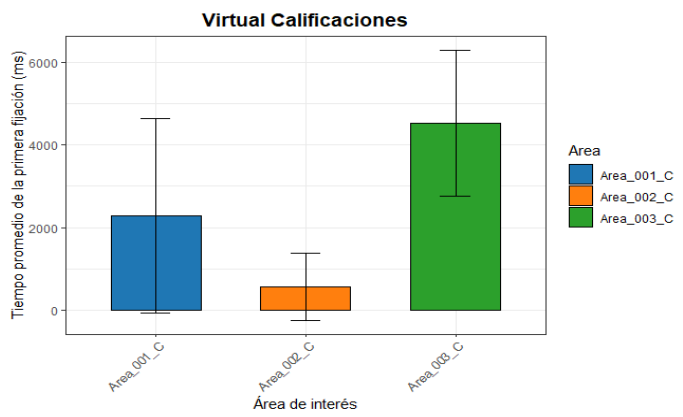


Figura 6 – Resultado Sección Calificaciones – métrica (Time to First Fixation)

La figura 6 muestra el tiempo promedio de la primera fijación (TFF) en tres áreas de interés (Area_001, Area_002 y Area_003) de la figura 3 durante prueba de seguimiento ocular en la interfaz Sección Calificaciones.

Los resultados indican que hay una diferencia alta en el TFF entre las tres áreas de interés. La media del TFF en Area_003 ($M = 4530$ ms, $DE = 1.77$) fue altamente mayor en Area_002 ($M = 567$ ms, $DE = 0.823$) y en Area_001 ($M = 2292$ ms, $DE = 2.36$). Se puede observar que tanto el Area_001 como el Area_003 tiene una diferencia enorme con el Area_002.

Con la aplicación de este método se registraron los movimientos oculares de los usuarios mientras interactuaban con elementos de la interfaz y se buscó medir el tiempo en que tardo un usuario en fijar su atención en un lugar en específico dentro la pantalla la cual ayuda a identificar las funciones que se consideran más importantes dentro del diseño de una interfaz, siendo así que entre menos tiempo un usuario tardo en fijarse en un elemento este se torna el más eficaz y con mayor importancia.

3.2. Métricas Number of Saccades

3.2.1. Resultados Virtual Login

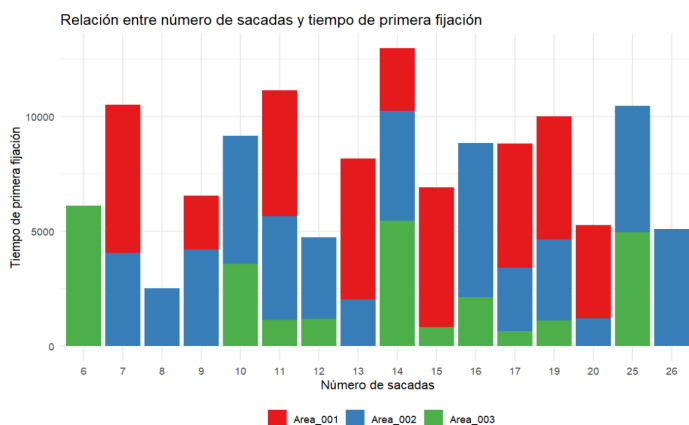


Figura 7 – Resultado Virtual Login – métrica (Number of Saccades)

Los resultados de la figura 7 se muestra que, en las tres áreas de interés de la figura 1, el número promedio de movimientos sacádicos es muy similar, con un valor promedio de 14.6 movimientos sacádicos. Sin embargo, el tiempo promedio de la primera fijación varía significativamente entre las áreas.

La primera área (001) tiene un tiempo promedio de 5003 ms, la segunda área (002) tiene un tiempo promedio de 3850 ms y la tercera área (003) tiene un tiempo promedio

de 2653 ms. Esto sugiere que los participantes tardaron más tiempo en fijar su mirada en la primera área (001), mientras que la tercera área (003) atrajo su atención más rápidamente. Esto podría ser indicativo de una mayor complejidad o importancia en el contenido presentado en la primera área, lo que llevó a los participantes a dedicar más tiempo a procesarla.

Por otro lado, la tercera área puede haber contenido información más relevante o llamativa, lo que llevó a los participantes a fijar su mirada en ella más rápidamente.

3.2.2. Resultados Virtual Principal

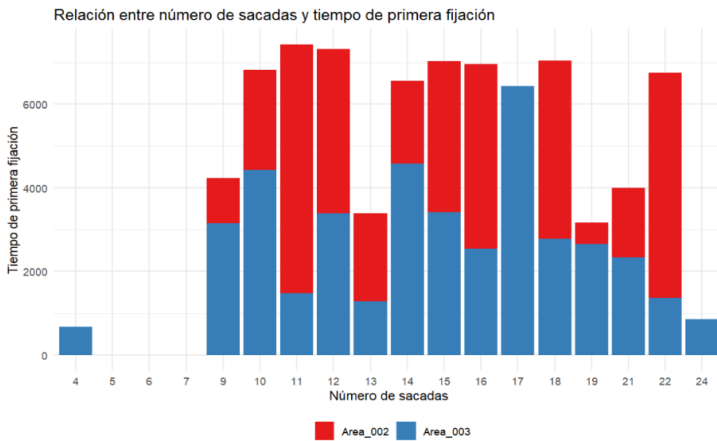


Figura 8 – Resultado Virtual Principal – métrica (Number of Saccades)

En la figura 8 el número promedio de movimientos sacádicos en las tres áreas de interés de la figura 2 son muy similares, con un valor promedio de 14.22 movimientos sacádicos. Sin embargo, el tiempo promedio de la primera fijación varía significativamente entre las áreas.

La primera área (001) tiene un tiempo promedio de 0 ms, lo que sugiere que los participantes no fijaron su mirada en esta área durante la prueba. La segunda área (002) tiene un tiempo promedio de 2959 ms y la tercera área (003) tiene un tiempo promedio de 2886 ms.

Esto sugiere que los participantes no prestaron atención a la primera área (001) y, por lo tanto, no fijaron su mirada en ella durante la prueba.

Por otro lado, las áreas 002 y 003 recibieron atención y los participantes fijaron su mirada en ellas. Sin embargo, el tiempo promedio de la primera fijación en estas áreas es similar, lo que sugiere que no hay una diferencia significativa en la complejidad o importancia del contenido presentado en estas áreas que conduzca a una variación en el tiempo promedio de la primera fijación.

3.2.3. Resultados Sección Calificaciones

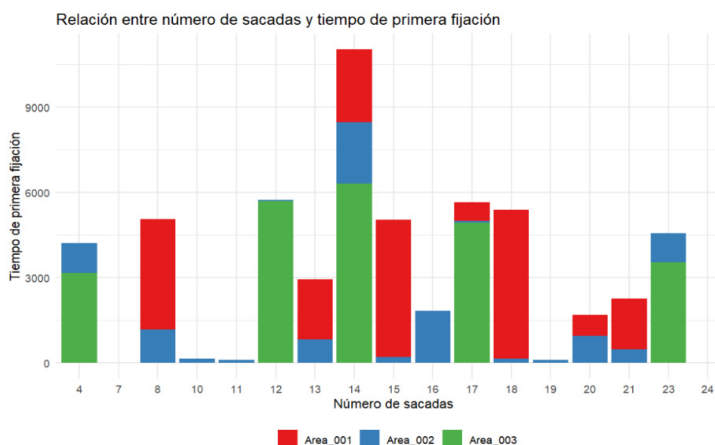


Figura 9 – Resultado Sección Calificaciones – métrica (Number of Saccades)

En la figura 9 muestran una similitud en el número promedio de movimientos sacádicos en las tres áreas de interés de la figura 3, con un valor promedio de 14.58 movimientos sacádicos.

Sin embargo, el tiempo promedio de la primera fijación varía significativamente entre las áreas. La primera área (001) tiene un tiempo promedio de 2292 ms, la segunda área (002) tiene un tiempo promedio de 567 ms y la tercera área (003) tiene un tiempo promedio de 4530ms.

Esto sugiere que los participantes tardaron menos tiempo en fijar su mirada en la segunda área (002), mientras que la tercera área (003) atrajo su atención durante un período más prolongado.

Esto podría ser indicativo de que la segunda área contenía información relevante o llamativa que los participantes procesaron rápidamente, mientras que la tercera área puede haber sido más compleja o importante, lo que llevó a los participantes a dedicar más tiempo a procesarla.

Por otro lado, la primera área puede haber contenido información menos relevante o interesante, lo que llevó a los participantes a fijar su mirada en ella por un tiempo menor.

Con la aplicación de este método se registraron los movimientos oculares de los usuarios mientras interactuaban con elementos de la interfaz y se buscó medir la cantidad y la duración de los movimientos oculares del usuario dentro de la pantalla, la cual ayudó a la identificación áreas que presentan algún tipo de problemas, estos movimientos oculares se suelen dar de una manera rápida y a veces de manera involuntaria, para la cual si un usuario realiza demasiados movimientos oculares para encontrar un elemento dentro de la interfaz nos muestra un problema con la información que se está presentando, puede ser algo confusa.

3.3. Métrica Total amplitude of saccades

3.3.1. Resultados Virtual Login

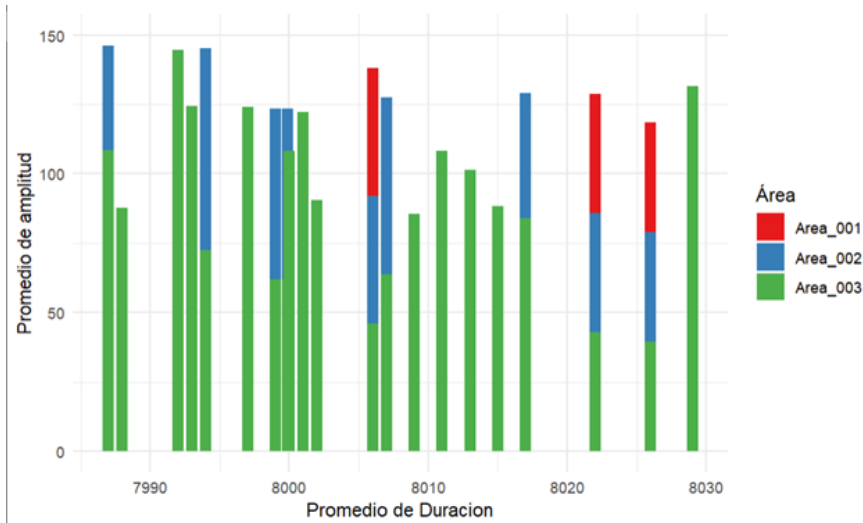


Figura 10 – Resultado Virtual Login – métrica (Total amplitude of saccades)

Basándome en los datos de la figura 10, se puede observar que las tres áreas (Area_001, Area_002 y Area_003) de la figura 1, tienen promedios de duración y amplitud similares. Sin embargo, el tiempo para llegar a la primera fijación es diferente en cada área, siendo más rápido en el Área_003 y más lento en el Área_001.

El área “Area_001” tuvo una duración promedio de 8.003ms y una amplitud promedio de 64.01 grados. El tiempo promedio para la primera fijación en esta área fue de 5.003 ms.

El área “Area_002” tuvo una duración promedio de 8.003ms y una amplitud promedio de 64.01 grados. El tiempo promedio para la primera fijación en esta área fue de 3.850 ms.

El área “Area_003” tuvo una duración promedio de 8.003ms y una amplitud promedio de 64.01 grados. El tiempo promedio para la primera fijación en esta área fue de 2.653ms.

3.3.2. Resultados Virtual Principal

Basándome en los datos de la figura 11, se puede observar que las tres áreas (Area_001, Area_002 y Area_003) de la figura 2, tienen promedios similares de duración y amplitud. Sin embargo, el tiempo para llegar a la primera fijación varía en cada área, siendo más rápido en el Área_003 y más lento en el Área_001.

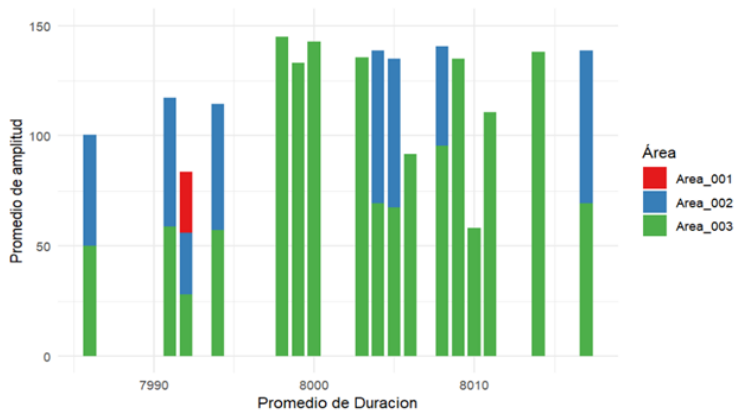


Figura 11 – Resultado Virtual Principal – métrica (Total amplitude of saccades)

El Área_001 tuvo una duración promedio de 8.003 ms y una amplitud promedio de 59.22 grados. El tiempo promedio para la primera fijación en esta área fue de 2.959 ms.

El Área_002 tuvo una duración promedio de 8.003ms y una amplitud promedio de 59.22 grados. El tiempo promedio para la primera fijación en esta área fue de 2.886 ms.

El Área_003 tuvo una duración promedio de 8.003ms y una amplitud promedio de 59.22 grados. El tiempo promedio para la primera fijación en esta área fue de 1.087 ms.

3.3.3. Resultados Sección Calificaciones

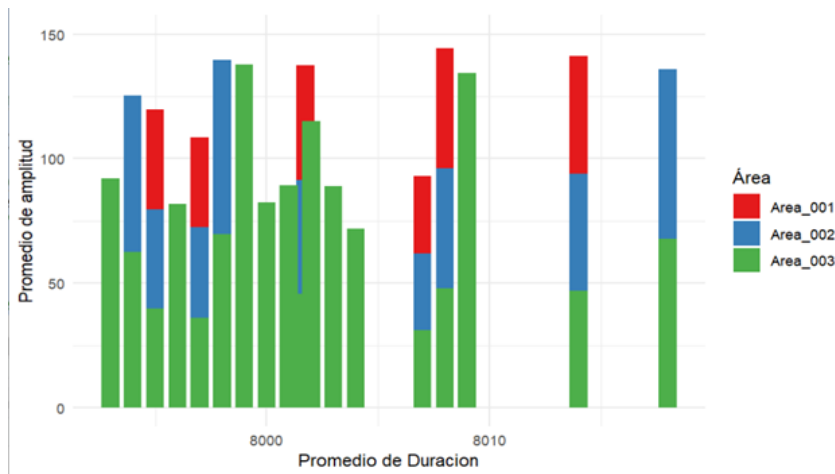


Figura 12 – Resultado Sección Calificaciones – métrica (Total amplitude of saccades)

Basándome en los datos de la figura 12, se puede observar que las tres áreas (Area_001, Area_002 y Area_003) de la figura 3 tienen promedios de duración y amplitud similares. Sin embargo, el número de fijaciones varía significativamente entre las áreas, siendo más alto en el Área_003 y más bajo en el Área_002.

El área “Area_001” tuvo una duración promedio de 8.002ms y una amplitud promedio de 58.37 grados. El número promedio de fijaciones en esta área fue de 2292 ms.

El área “Area_002” tuvo una duración promedio de 8.002ms y una amplitud promedio de 58.37 grados. El número promedio de fijaciones en esta área fue de 567 ms.

El área “Area_003” tuvo una duración promedio de 8.002ms y una amplitud promedio de 58.37 grados. El número promedio de fijaciones en esta área fue de 4530 ms.

Con la aplicación de este método se registraron los movimientos oculares de los usuarios mientras interactuaban con elementos de la interfaz y se buscó sumar el total de las distancias que el ojo del usuario se mueve durante los movimientos sacádicos mientras esta interactuando con la interfaz, esto nos permite conocer el esfuerzo de un usuario al tratar de comprender o captar la información de dicha interfaz, con ello se logra medir el total de la amplitud recorrida por los ojos del usuario y tal información puede usarse para identificar algún tipo de problema con los elemento de una interfaz, si el usuario hace demasiados movimientos sacádicos es porque no logra comprender la información.

3.4. Mapa de Calor

3.4.1. Mapa de calor (primera interfaz: virtual login)

Los mapas de calor correspondiente a figuras 13,14 y 15 en la que se identificaron tres áreas de interés. Estos mapas de calor permiten visualizar y evaluar la distribución y concentración de la atención o actividad en la imagen, destacando las zonas con mayor relevancia mediante colores más intensos.



Figura 13 – Mapa de calor de la interfaz virtual login

3.4.2. Mapa de calor (segunda interfaz: virtual principal)

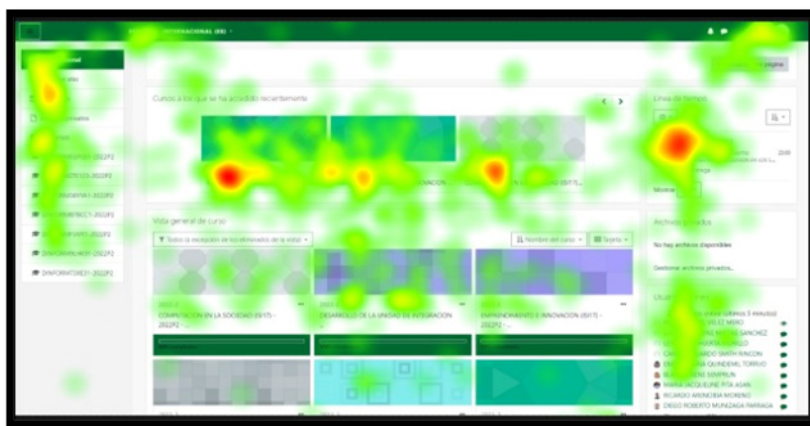


Figura 14 – Mapa de calor de la interfaz virtual principal

3.4.3. Mapa de calor (tercera interfaz: Sección Calificaciones)



Figura 15 – Mapa de calor de la interfaz Sección Calificaciones

4. Discusión

Los resultados muestran que la usabilidad de las interfaces virtuales en términos de la métrica de “Time to First Fixation” (TFF) y “Number of Saccades” varía significativamente entre las áreas de interés en todas las interfaces. En la interfaz “Virtual Calificaciones”, la media del TFF en el “Area_003” fue altamente mayor que en “Area_002” y “Area_001”. Además, la “Area_002” y la “Area_001” tienen una diferencia altamente grande con la “Area_003”, lo que puede deberse a que esta última tiene un estímulo visual más simple o menos relevante en comparación con las otras dos áreas.

En la interfaz “Virtual Login”, el número promedio de movimientos sacádicos es muy similar en las tres áreas de interés, pero el TFF varía significativamente entre ellas. La primera área (001) tarda más tiempo en atraer la atención del participante, mientras que la tercera área (003) lo hace más rápidamente. Esto puede sugerir que la primera área es más compleja o importante, mientras que la tercera área contiene información más relevante o llamativa.

En la interfaz “Virtual Principal”, el número promedio de movimientos sacádicos es similar en las tres áreas de interés, pero el TFF varía significativamente entre ellas. La segunda área (002) atrae la atención del participante más rápidamente, mientras que la tercera área (003) lo hace durante un período más prolongado. Esto puede indicar que la segunda área contiene información relevante o llamativa que los participantes procesaron rápidamente, mientras que la tercera área es más compleja o importante y requiere más tiempo para procesarla.

Entonces, en términos de la mejora en las áreas de interés de la plataforma Moodle de la Universidad Técnica de Manabí, los datos muestran que la métrica “Time to First Fixation” es la que más se correlaciona con la capacidad del usuario para detectar los elementos importantes de la interfaz. Esto puede deberse a que los usuarios están prestando más atención a los elementos de la interfaz que consideran importantes, lo que resulta en más fijaciones en estos elementos.

Por otro lado, la métrica “Number_of_saccades” parece estar más relacionada con la capacidad del usuario para comprender los elementos de la interfaz. Esto puede deberse a que los usuarios están dedicando más tiempo a procesar la información de los elementos de la interfaz, lo que resulta en fijaciones más largas.

Finalmente, la métrica “Total amplitude of saccades” parece estar menos relacionada con la capacidad del usuario para utilizar la interfaz. Es posible que e (Óscar Martínez & Ana Díaz & Miguel Alcocer, 2016) esta métrica no esté relacionada con la usabilidad de la interfaz, sino más bien con las características individuales de los usuarios.

Según los autores (Marcia Arbulú & Alfredo Castillo, 2013) es posible mejorar la evaluación publicitaria mediante el desarrollo de capas adicionales de análisis. Estas capas estarían basadas en algoritmos que trabajen con la información proporcionada por sistemas de Eye Tracking. El objetivo es obtener un análisis más profundo y detallado de las áreas de interés en una pieza publicitaria, considerando aspectos como el protagonismo de cada elemento, el cálculo de un indicador general de la pieza basado en la performance de cada área de interés, y la capacidad de captar la atención del público, entre otros factores relevantes.

De acuerdo con (Óscar Martínez & Ana Díaz & Miguel Alcocer, 2016), los resultados obtenidos de su investigación a través de las métricas registradas por el eye tracker confirman que los alumnos del segundo curso del Grupo 1 (Experimental) enfocan su mirada en menos tiempo y generan un menor número de fijaciones antes de centrar su atención en un área de interés (AOI). Esto sugiere que dicha configuración facilita la percepción de los contenidos por parte de los niños y niñas que tienen una capacidad más fija que un adolescente o un adulto, ya que realizan una búsqueda o exploración visual de los contenidos de manera más eficiente y directa. En cuanto a las métricas

proporcionadas por el eye tracker, se observan diferencias en casi todas las medidas registradas en ambos cursos, con distintos niveles de significación.

Los estudios de seguimiento ocular han vuelto cada vez más comunes en la ingeniería de software tal como lo mencionan (Zohreh Sharafi & Timothy Shaffer & Bonita Sharif & Yann-Gaël Guéhéneuc, 2007). Sin embargo, los investigadores suelen utilizar diferentes métricas y terminologías al publicar sus resultados, lo que dificulta la comparación entre estudios. Para promover la replicabilidad y avanzar en el conocimiento, es fundamental que las métricas empleadas en la literatura se definan de manera clara y consistente. De ahí la necesidad de una revisión de las métricas de seguimiento ocular que apoye la estandarización futura.

5. Conclusiones

En este estudio, se ha examinado la usabilidad y experiencia del usuario en la plataforma Moodle de la Universidad Técnica de Manabí a través de diversas metodologías, incluyendo el eye-tracking, pruebas de usuarios, evaluación heurística y análisis de datos de uso. Enfocándonos en la evaluación heurística, podemos extraer algunas conclusiones importantes.

La evaluación heurística, que se basa en un conjunto de principios establecidos, permitió a los evaluadores expertos identificar problemas de usabilidad y áreas de mejora en la plataforma Moodle. Esta metodología proporcionó un enfoque sistemático y eficiente para evaluar la usabilidad de la plataforma, lo cual es esencial para garantizar una experiencia de usuario óptima.

Algunas de las conclusiones más relevantes obtenidas de la evaluación heurística incluyen:

Navegación y estructura: La organización de la información y la navegación en la plataforma Moodle podrían mejorarse para facilitar a los usuarios encontrar el contenido que buscan de manera más eficiente.

Diseño visual y consistencia: La plataforma Moodle podría beneficiarse de un diseño visual más coherente y atractivo, lo cual podría mejorar la experiencia del usuario y aumentar la satisfacción.

Retroalimentación y ayuda: La plataforma Moodle debe proporcionar retroalimentación clara y útil a los usuarios, así como brindar ayuda contextual en caso de que se encuentren con problemas o tengan dudas.

5.1. Recomendaciones

En general, los resultados obtenidos de todas las metodologías aplicadas en este estudio permiten identificar áreas clave donde la plataforma Moodle puede mejorar su usabilidad y experiencia del usuario. Estas mejoras podrían tener un impacto significativo en la eficiencia y efectividad de los estudiantes y profesores que utilizan la plataforma en la Universidad Técnica de Manabí.

Es importante destacar que la mejora continua de la plataforma Moodle es esencial para mantener la satisfacción del usuario y promover el éxito en la enseñanza y el aprendizaje. Las recomendaciones y conclusiones de este estudio pueden ser utilizadas por desarrolladores y responsables de tecnología educativa para tomar decisiones informadas sobre las mejoras en la plataforma y garantizar una experiencia de usuario de alta calidad en la Universidad Técnica de Manabí.

Además, los resultados sugieren que la métrica “Número total de fijaciones” es la más relevante para evaluar la usabilidad de la plataforma Moodle de la Universidad Técnica de Manabí, en términos de la capacidad del usuario para detectar los elementos importantes de la interfaz. Sin embargo, es importante considerar también la duración de las fijaciones y la amplitud de los movimientos sacádicos, ya que pueden proporcionar información adicional sobre cómo los usuarios interactúan con la interfaz.

También dichos resultados sugieren que la usabilidad de las interfaces virtuales depende no solo de la complejidad o relevancia del contenido presentado, sino también de la forma en que se presenta y se organiza en la interfaz. La métrica de TFF puede proporcionar información valiosa sobre cómo los usuarios interactúan con la interfaz y cuánto tiempo tardan en encontrar y procesar la información relevante, lo que puede ser útil para mejorar la experiencia del usuario.

Referencias

- Bevan, N. (1997). Quality and usability: A new framework. National Physical Laboratory.
- Elizabeth León Guzmán, P. (1996). Minería de Datos. Universidad Nacion de Colombia.
- G. Briones, A. N. (2021). User Interfaces Promoting Appropriate HCI: Systematic Literature Review. Risti Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.
- Giler Gema, M. B. (2018). Tendencias de Frameworks que mejoren la HCI enfocado a las ciudades. Portoviejo, Manabi, Ecuador: REVISTA DE TOCNOLOGIAS DE LA INFORMATICA Y LAS TELECOMUNICACIONES.
- Gimenez, M. (2017, 11 23). Hiberus. Retrieved from <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>
- Javal, L. (1879). “Essai sur la physiologie de la lecture,” in Annales d’Oculistique, 240–264.
- Heimgärtner, R. (2014). Link springer. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-07638-6_5
- Holmqvist, K. N. (2011). Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. Oxford University Press.
- J. Bergstrom, A. S. (2014). Eye tracking in user experience desing. Heather Scherer.
- Marcia Arbulú & Alfredo Castillo . (2013). Potenciando el alcance del análisis publicitario con la técnica de Eye Tracking: desarrollo de un software para la evaluación del impacto publicitario.

- Martínez de la Teja, G. M. (2007, 03 26). Ergonomía e interfases de interacción. México: IX Congreso Internacional de Ergonomía.
- Nigel Bevan, J. C. (2015, 02 01). link springer. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-20901-2_13
- Óscar Martínez & Ana Díaz & Miguel Alcocer. (2016, UTILIZACIÓN DE EYE TRACKING PARA EVALUAR EL USO DE). UTILIZACIÓN DE EYE TRACKING PARA EVALUAR EL USO DE INFORMACIÓN VERBAL EN MATERIALES MULTIMEDIA.
- Eye-Tracking Metrics in Software Engineering | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore». <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7467288> (accedido 15 de julio de 2022).
- Tejada Herrera, J. M. (2021, 05 08). Evaluación del diseño emocional y su impacto en la experiencia de usuario en la compra online de consolas de video juego, en gamers de 18 a 35 años. Maestría en Mercadeo Digital.
- Tobii Customer Portal. (2023). Retrieved from <https://connect.tobii.com>
- Velichkovsky, B. M. (2012). Saccadic and attentional eye movements. Research and applications. Psychology Press.
- A. Torres, M. Jesús, y C. Ramos, (ANALYSIS OF THE REPRESENTATION OF SYMBOLS ON PRODUCT SUSTAINABILITY, USING AN EYE-TRACKING EQUIPMENT), p. 12, 2007.
- Zohreh Sharafi & Timothy Shaffer & Bonita Sharif & Yann-Gaël Guéhéneu. (2007). Eye-Tracking Metrics in Software Engineering.
- Soto, Marilú García, y Liliana Espinosa Ramírez. (2018, HEURÍSTICAS PARA EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE). Publicaciones e Investigación 12(1):51-63.

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>

