ISSN: 1646-9895

# risti

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

Outubro 23 • October 23



©RISTI 2023 http://www.risti.xyz

Nº E62

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

**Edição / Edition**
N.º E62, 10/2023

**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 Hernán Fajardo-Toro, Escuela Superior de Administración Pública – ESAP, CO
José María Riola, Escuela Naval "Almirante Padilla" – ENAP, 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, Universidad de Aveiro, PT
Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL
António Abreu Silva, ISCAP, Instituto Politécnico do Porto, PT
Antonio Garcia, Universidad de Santiago de Compostela, ES
António Godinho, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES
August Climent, Ramon LLull University, ES
Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY
Borja Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Bruno Miguel Ferreira Gonçalves, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Alexandre Silva, nstituto Federal de Minas Gerais, BR
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Rompante Cunha, UNIAG & CeDRI & Instituto Politécnico Bragança, PT
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT
Célio Marques, Insituto Politécnico de Tomar, PT
Ciro Martins, Universidade do Algarve, PT
Cristina Caridade, Instituto Politécnico de Coimbra, PT

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

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

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

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

# Índice / Index

EDITORIAL

El desarrollo de capacidades tecnológicas como parte fundamental de la estrategia de defensa ..... 1
*Carlos Hernán Fajardo-Toro, José María Riola*

ARTIGOS / ARTICLES

Factores que determinan la elección de carrera profesional: análisis aplicado a aspirantes y estudiantes de primeros semestres de programas de educación superior ..... 5
*Betsy Mary Estrada Perea, Érica Alexandra Correa Pérez, Víctor Ignacio López-Ríos*

Ciberseguridad y Seguridad Integral: un análisis reflexivo sobre el avance normativo en Colombia ..... 16
*Gabriel Andrés Jiménez-Almeira, David Enrique López*

Detecção de ataque DoS utilizando NSL-KDD e abordagens de aprendizado de máquinas ..... 32
*Felipe Barreto de Oliveira, Luiz Augusto dos Santos Pires, Fábio Lúcio Lopes de Mendonça, Robson de Oliveira Albuquerque, Georges Daniel Amvame Nze*

*Safety*, Aspecto Clave a Considerar en una Estrategia de Seguridad y Defensa Nacional ..... 46
*Cesar Oswaldo Celis Medina, Erika Juliana Estrada Villa, Bryan Felipe Ramírez Segura E*

Tendencias investigativas en el uso de Machine Learning en la ciberseguridad ..... 60
*Diana Marleny Ramírez Ramírez, Luis Fernando Garcés-Giraldo, Teddy Doria-Orozco, Sebastián Franco-Castaño, Alejandro Valencia-Arias, Paula Andrea Rodríguez-Correa, Jenner Espinoza Román*

Tendencias investigativas en ciberseguridad del Internet de las Cosas (IoT) ..... 73
*Alexandra Babilonia Ospina, Luis Fernando Garcés-Giraldo, Alejandro Valencia-Arias, María Camila Bermeo-Giraldo, Ledy Gómez-Bayona, Juan Camilo Patiño-Vanegas, Raúl Bao García*

Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información:
Modelo para la estructuración de la gestión del mantenimiento
aeronáutico basada en familia de capacidades con enfoque de valor .....87
*Yeisson Alexis Rincon Cuta, Jaime Giovanni Rincon Sandoval*

Desarrollo de una aplicación web basada en reconocimiento facial y
modelos bayesianos para la mejora de la seguridad carcelaria
utilizando la norma ISO27001 ..... 101
*Diego Donoso Vargas, Gino Cornejo Marcos, Carlos Calahorrano Recalde,
Santiago Donoso Vargas, Erika Escobar Redin*

Herramientas Web 2.0 en las competencias genéricas en
estudiantes de Escuelas Militares de Ecuador..... 112
*Gloria Maritza Valencia-Vivas, Cayo León, Andrés Ismael Dávalos-Carrillo,
Gladys Verónica Ronquillo Murrieta*

O compartilhamento de dados e o uso dual do Sistema
Integrado de Fronteiras do Exército Brasileiro .....130
*Cileno de Magalhães Ribeiro, Robson de Oliveira Albuquerque,
Fabiana Freitas Mendes, Rafael Rabelo Nunes*

Nuevas Formas De Poder Espacial: Entre La
Tradicional Militarización Y Nuevos Actores .....143
*Paula Alejandra Prieto Ararat, Zully Ximena Rojas Ortiz*

Desarrollo de Competencias Digitales Docentes en el Ecuador ..... 157
*Pamela Gómez, Danilo Martínez, Ramiro Delgado ,Roberto Lopez, Paul Freire*

O contributo da igualdade de género para as operações
na Guarda Nacional Republicana .....166
*Luís Malheiro, Fernando Bessa, João Reis, Luís Saraiva*

Revisão sistemática da literatura sobre viés de género
e aprendizagem máquina na segurança.....182
*Luís Malheiro, Fernando Bessa, João Reis, Luís Saraiva*

Valoración de los niveles de atención en procesos de
aprendizaje en el aula basado en medidas morfológicas.....195
*Julian Rojas, Erika Londoño-Montoya, Eduardo Duque, Lina Jimenez,
Julian Patiño, Leonardo Serna-Guarín, Miguel A. Becerra*

La analítica de datos para la evaluación del impacto de la investigación en Instituciones de Educación Superior ..... 206
*Juan Camilo Giraldo Mejía, Fabio Alberto Vargas Aguelo, Iván Andrés Delgado, Jorge Andrick Parra*

Implementación de la tecnología blockchain: Un análisis de sus aplicaciones y beneficios en la seguridad y eficiencia de la transferencia de datos..... 219
*Sergio Andrés Alba Sanguino, Eduar Bayona Ibanez, Dewar Rico-Bautista*

Innovación de proceso para el desarrollo de plataformas tecnológicas de enseñanza virtual a nivel empresarial: elementos básicos para su concepción..... 229
*David Alberto García-Arango, Arles Yaid Ramírez-Duque, Melissa Córdoba-Molina, Camilo Andrés Echeverri-Gutiérrez*

DevOps y Scrum aplicados al diseño de una innovación de proceso para el desarrollo de plataformas tecnológicas de enseñanza virtual a nivel empresarial..... 241
*Melissa Córdoba-Molina, Arles Yaid Ramírez-Duque, David Alberto García-Arango, Camilo Andrés Echeverri-Gutiérrez*

Método para Gestionar la Seguridad de activos de Información ..... 252
*Juan Camilo Giraldo Mejía, Fabio Alberto Vargas Agudelo, Mireya Mena Rivas, Iván Andrés Delgado*

Gestión de información en entidades financieras especializadas en el segmento microcrédito aplicando inteligencia de Negocios ..... 267
*Juan Camilo Giraldo Mejía, Darío Enrique Soto Duran, José Manuel Illera Recalde, Oscar Eduardo Gurrete Pachongo, Diana María Montoya Quintero, Olga Lucia Larrea Serna*

Metodología para la identificación biométrica a partir de señales EEG en múltiples estados emocionales..... 281
*Carolina Duque-Mejía, Andrés Castro, Eduardo Duque, Leonardo Serna-Guarín, Leandro L. Lorente-Leyva, Diego Peluffo-Ordóñez, Miguel A. Becerra*

Diseño funcional y pruebas de desempeño de un prototipo de bote eléctrico no tripulado para vigilancia y reconocimiento fluvial ..... 289
*David Alvarado, Kevin Amor, Marcela Arrieta, Adriana Castaño, Brian Yarzagaray, Omar Vásquez*

Diseño e Implementación de Plugins a partir del Análisis de Metadatos en MOODLE ..... 303
*Sofia Peñares-Pillaca, Erick Carpio-Hachiri, Norka Bedregal-Alpaca, Lucy Delgado-Barra, Karim Guevara, Leticia Laura-Ochoa*

La Educación Virtual en Tiempos de Pandemia y su Relación con el Rendimiento Académico ..... 320
*Oscar Chávez, Cayo León, Gloria Maritza Valencia-Vivas, Fany Sobero*

Aplicação de Melhores Práticas de Gestão e Segurança para Monitoração de Ativos de Infraestrutura ..... 333
*Felipe Barreto de Oliveira, Luiz Augusto dos Santos Pires, João Paulo da Costa e Silva Garcia, Renato José da Silva Camões, Robson de Oliveira Albuquerque, Julio Sérgio Fernandes Alves, Fábio Lúcio Lopes de Mendonça, Georges Daniel Amvame Nze*

Tendencias investigativas en dinámicas de ciberseguridad en mujeres .....347
*Jackeline Valencia, Yesenia Correa, Vanessa García, Luis Fernando Garcés-Giraldo, Lucia Palacios-Moya, Luisa Rodríguez-Zavala, Orfa Patiño-Toro*

Modelo de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad para el sector financiero basado en buenas prácticas..... 362
*Daniel Alejandro González Sánchez, Dario Enrique Soto Duran, Luis Eduardo Peláez Valencia, Aixa Eileen Villamizar Jaimes, Iván Andrés Delgado González, Fredy Alonso Vidal Alegría*

Estrategias de defensa personal en mujeres: un análisis bibliométrico .....376
*Jackeline Valencia, Yesenia Correa, Vanessa García, Luis Fernando Garcés-Giraldo, Lucia Palacios-Moya, Victoria Del Consuelo Aliaga-Bravo, Natalia Cuartas*

Análisis predictivo exploratorio para determinar la pertinencia de programas de educación superior a partir de la oferta académica nacional.....391
*Betsy Mary Estrada Perea, Víctor Ignacio López-Ríos, Érica Alexandra Correa Pérez*

Análisis Vibracional Infrarrojo y Raman de Materiales Altamente Energéticos Con Quimiometria..... 406
*Jorge L. Plata Enríquez, John R. Castro-Suarez, María A. Villareal Blanco, Wilmer Carrión-Roca, Annette M. Colón-Mercado, José A. Centeno, Samuel P. Hernández-Rivera*

Abordagem de Inteligência de Fontes Abertas com Mapas Auto-Organizáveis De Kohonen e Processamento de Linguagem Natural para Execução Automática de Dorks ..... 425
*João Rafael Gonçalves Evangelista, Renato José Sassi, Dacyr Dante de Oliveira Gatto, Márcio Romero, Nityananda Portellada, Rosana Cordovil da Silva, Edquel Bueno Prado Farias*

E-Commerce Marketing and Enterprise Performance Based on Cloud Service Platform ..... 440
*Zhihao Gao, Yuchen Zhao, Cheng Kong*

The Application of Data Mining in Predicting the Total Box Office of Chinese Kungfu Movies ..... 450
*Guangsheng Meng, Feroz De Costa, Diyana Kasimon*

The Application of Digital Virtual Images in the Protection and Dissemination of Cultural Heritage ..... 457
*Shangquan Xiong, Weiqing Yang*

Product Packaging Design Innovation based on Visual Communication in Digital Perspective ..... 468
*Wenjun Huang, Azhari Md Hashim*

Intervention Using Combination of Medical and Nursing Care Mode in Elderly with Type 2 Diabetes Towards Reduction in Its Complication ..... 478
*Li Rui, Fredie Robinson*

Application of Face Recognition Technology based on PCA Algorithm in Campus security Management ..... 495
*Jin Dong*

The Application of Landscape Painting in Landscape Design Based on Association Rules Algorithm ..... 509
*Xing Lu, Haslinda Abd. Razak, Liza Marziana Binti Mohammad Noh, Hui Liu*

Design of Digital Library Human-Computer Interaction System Based on Neural Network ..... 523
*Chaoyang Zhu*

Self Control Analysis of Adolescent Prosocial Behavior Based on Optimized Random Forest Algorithm.....532
*Chaoyang Zhu*

The Promotion Strategy of Rural Culture and Art Tourism from the Perspective of Resident Participation .....541
*Zheng Chen, Jacquline Tham, S. M. Ferdous Azam*

Strengthening Insurance Industry Security and Promoting Scientific Development of Economic Finance Based on Wireless Network.....554
*Wenji Huang, Haojie Liao, Xichao Zhao, Dongni Tang*

The Aesthetic Connotation of "Harmony with the Environment and Giving to People" in Gannan Hakka Dwellings.....565
*Xiang Lei, Yang Liu*

A Study on Audience Behavior of Architectural Projection Art in the New Media Era.....573
*Huimin Li*

The Effect of Blended Learning in Basketball Teaching in Chinese Universities..... 584
*Mingtian Li, Nasnoor Juzaily Bin Mohd Nasiruddin*

The Role of Green Finance in Promoting Regional Low-Carbon Transformation .....595
*Xueyao Li, Wei Theng Lau, Siong Hook Law*

The Communication Strategy of Brand Advertising in the New Media Era ..... 609
*Zhenzhen Li, Nurul Ain binti Mohd Hasan, Nor Azura Adzharuddin, Megat AL-Imran Yasin*

A Study on "Exoticism" and Its Local Transformation Innovation in Chinese Animation Films..... 620
*Yang Liu, Xiang Lei, Lei Li*

A Systematic Review of China's Media Image Based on Database Retrieval.....627
*Mai Hongyu, Abdul Muati Ahmad, Moniza Waheed, Julia Wirza Mohd Zawawi*

New Changes in the Development Opportunities of College Students Innovation and Entrepreneurship under the background of Internet + ..... 638
*Wei Qiao, Ali Khatibi, Jacqueline Tham*

Reform of Talent Training Mode for Fashion Design Majors Based on Big Data Technology ..... 650
*Danji Qu*

The Impact of Animation and Film English Education Environment on Students' Psychological Health ..... 660
*Mian Wang*

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

Recebido/Submission: xx/06/2022
Aceitação/Acceptance: xx/08/2023

*Editorial*

# El desarrollo de capacidades tecnológicas como parte fundamental de la estrategia de defensa

# *Technological capability development as a fundamental part of defence strategy*

Carlos Hernán Fajardo-Toro[1], José María Riola[2]

**carlosh.fajardo@esap.edu.co; chema.riola@rga-psi.es**

[1] Escuela Superior de Administración Pública – ESAP, Santiago de Cali, Colombia

[2] Escuela Naval "Almirante Padilla" – ENAP. Cartagena de Indias, Colombia

**Pages: 1-4**

## 1. Introducción

Los hechos recientes a la publicación de este número, como la guerra de Ucrania o el periodo de pandemia, han demostrado la necesidad imperiosa del desarrollo de competencias tecnológicas propias, lo cual resulta fundamental para poder establecer estrategias sostenibles.

Esto es algo que se puede evidenciar en el caso de Rusia la cual, aparentemente, aunque ha sabido hacer desarrollos armamentísticos importantes, muchas de las partes de dicho armamento dependen de tecnologías externas, así como también, su sistema de producción no ha podido responder a las necesidades de sus ejércitos, siendo muchos de los proveedores de la tecnología requerida, países que ahora no están de su lado en el conflicto.

Así mismo, se puede ver como el caso chino, en un proceso de muchas décadas, así como indudablemente el de los países de la OTAN, han desarrollado sus propias tecnologías y las cadenas de abastecimiento necesarias para cubrir los desarrollos, y aunque ciertamente los arsenales se han quedado cortos en el caso de la OTAN, es el desarrollo de estas competencias tecnológicas, las que permiten plantear escenarios estratégicos basados en estas tecnologías y plantear futuros desarrollos.

Para lograr lo anterior, se hace fundamental una gran inversión en I+D+i, así como en la formación de personal, que, aunque se desarrollen tecnologías y artilugios que ya existan, seguramente los costos de implementación posterior podrán ser mas bajos, pero lo más importante, no se tendrá dependencia de quien vende la tecnología, en especial cuando las alianzas son relaciones de conveniencia no de amistad. Además, se podrá exportar dicha tecnología, y se podrán mantener estándares de seguridad propios, lo que contribuye más a la seguridad de la soberanía.

Para lograr lo anterior, se requiere una gran inversión, en tiempo y dinero en la formación de personas, de I+D+i para el desarrollo de las tecnologías, y de las cadenas de abastecimiento que permiten la producción de dichos bienes o servicios.

Ahora bien, la evolución en las transferencias tecnológicas entre el mundo civil y el de la Defensa, demuestra que la revolución tecnológica está liderada, salvo pequeñas excepciones, por la pujante dinámica de los desarrollos tecnológicos civiles. Además, es en el bélico escenario actual, donde la emergencia de las amenazas asimétricas está imponiendo desarrollos rápidos, adaptables y flexibles para los nuevos sistemas. Este contexto hace difícil promover la inversión de grandes recursos durante largos periodos de tiempo en programas científico-tecnológicos gubernamentales. Por estas razones, la I+D+i de Defensa debe irse alimentando, desde el I+D+i civil como fuente de las tecnologías de base, para apoyar en base a inversiones, con avances incrementales a las tecnologías emergentes y críticas.

Para optimizar esta dinámica de transferencia de tecnologías, se debe generar un nuevo entorno tecnológico al que tanto la industria civil como la Defensa deben adaptarse, en términos de velocidad y profundidad, no sólo atendiendo a los avances tecnológicos civiles, sino también, en el número de áreas con potencial interés para la Defensa. Para ello, deberá priorizar y adaptarse para poder identificar aquellas áreas tecnológicas propias, cuyo desarrollo sólo esté impulsado por sus necesidades y fortalecer los mecanismos para la incorporación del conocimiento científico-tecnológico civil en los sistemas tecnológicos de Defensa.

Esta edición de RISTI incluye temas de investigación multidisciplinaria que abarcan paradigmas, metodologías de transferencia de conocimiento y estrategias de innovación que utilizan el conocimiento y la inteligencia en un sentido amplio, que pueden ser aplicados a la solución de problemas globales a nivel de gobierno, defensa, organización, industria, medio ambiente y comunidad.

## 2. Estructura

Los artículos presentados en esta edición fueron seleccionados de los artículos aceptados La Conferencia Internacional Multidisciplinaria de Investigación Aplicada a la Defensa y Seguridad (MICRADS 2023), que se celebró en la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, en Bogotá, Colombia, entre el 6 y 8 de julio de 2023.

MICRADS 2023, es un foro internacional para investigadores y profesionales para presentar y discutir las recientes innovaciones, tendencias, resultados, experiencias y preocupaciones en las diversas perspectivas de la Defensa y Seguridad.

El conjunto de artículos publicados en este número de RISTI, fue el resultado de la selección de algunos trabajos presentados por los autores de los Talleres y otros de la conferencia principal.

En este número de la Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información (RISTI), aborda temas multidisciplinares relacionados a: Big Data Analytics y Aplicaciones; Ciberseguridad y Ciberdefensa; Estrategia, geopolítica y Oceanopolítica; Ética, Computadoras y Seguridad; Medios, Tecnología Aplicada y Comunicación; Redes informáticas, Movilidad y Sistemas Penetrantes; Sistemas de Software, Arquitecturas, Aplicaciones y Herramientas; Tecnologías de la Información en Educación.

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

Recebido/Submission: 14/06/2023
Aceitação/Acceptance: 10/08/2023

# Factores que determinan la elección de carrera profesional: análisis aplicado a aspirantes y estudiantes de primeros semestres de programas de educación superior

Betsy Mary Estrada Perea[1], Érica Alexandra Correa Pérez[2], Víctor Ignacio López-Ríos[3]

**bmestrada@correo.iue.edu.co; eacorrea@correo.iue.edu.co; vilopez@unal.edu.co**

[1,2]Institución Universitaria de Envigado, carrera 27 # 39 A Sur 57, 055422, Envigado, Colombia.

[3]Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Estadística, calle 59A # 63 - 20, 050010, Medellín, Colombia.

**Pages: 5-15**

**Resumen:** La elección de una carrera profesional responsable favorece la adaptación y permanencia en los estudios superiores, así como la inserción laboral. El objetivo del presente artículo es determinar las principales motivaciones para la elección de carrera profesional por parte de aspirantes y estudiantes de programas de educación superior. Dichas motivaciones se identifican a partir de encuestas realizadas a aspirantes de programas académicos de pregrado ofrecidos por la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y la Universidad de Antioquia. Adicionalmente, se analizan los datos recolectados mediante un cuestionario diligenciado por una muestra de los estudiantes de primer semestre de la Institución Universitaria de Envigado. Finalmente, se identifica que, en relación con los datos analizados, existen implicaciones prácticas para la generación de modelos predictivos como estructura ampliada de los sistemas de información del Ministerio de Educación Nacional que permiten dar soporte al análisis de la pertinencia de programas de Educación Superior.

**Palabras-clave:** aspirante; educación superior; elección de carrera; estudiante; modelo predictivo.

## *Factors determining career choice: analysis applied to applicants and students in the first semesters of higher education programs*

***Abstract:*** The choice of a responsible professional career favors adaptation and permanence in higher education, as well as labor market insertion; elements that, together with others, account for the relevance of a higher education program. The objective of this article is to determine the main motivations for career choice by applicants and students of education programs. These motivations are identified from surveys of applicants to undergraduate academic programs offered by the Universidad Nacional de Colombia Medellin and Universidad de Antioquia. Additionally, the data collected through a questionnaire filled out by first semester

students of the Institución Universitaria de Envigado are analyzed. Finally, it is identified that, in relation to the data analyzed, there are practical implications for the generation of predictive models as an extended structure of the information systems of the Ministry of National Education that allow supporting the analysis of the relevance of Higher Education programs.

***Keywords:*** applicant; higher education; career choice; student; predictive model

## 1. Introducción

La elección de carrera profesional es una de las decisiones más relevantes a tomar por parte de los aspirantes de programas de educación superior, debido a que ésta define el desarrollo profesional del graduado (Pérez y Gómez, 2021; Piesch *et al.,* 2020). Un proceso responsable de elección de carrera se realiza con base en la pertinencia de los programas académicos de pregrado ofertados por las Instituciones de Educación Superior.

La pertinencia de un programa académico se establece considerando su diseño curricular y el desempeño laboral de sus graduados. En consecuencia, se define como pertinente a un programa académico cuando: incluye asignaturas que permiten resolver problemáticas de la sociedad; posee flexibilidad curricular que le facilita adaptarse a los cambios del entorno; contiene asignaturas que desarrollan competencias relacionadas con el análisis crítico, creativo e independiente de sus estudiantes; facilita la obtención de buenos niveles salariales y condiciones laborales para sus graduados; favorece la empleabilidad en el área de formación y alcanza altos niveles de satisfacción por parte de sus egresados (Garcés, 2011).

Mediante un programa académico pertinente se forman profesionales competentes con aptitudes y destrezas apropiadas para dar respuesta eficiente a las problemáticas de las regiones y atender las necesidades de la sociedad y sus cambios (Aguayo *et al.,* 2022). Es por ello por lo que, por medio de la oferta y elección de programas académicos pertinentes, se avanza en el cumplimiento de una de las metas del objetivo de desarrollo sostenible 4, educación de calidad, que plantea un aumento considerable en la cantidad de jóvenes y adultos que desarrollen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, al trabajo decente y al emprendimiento.

La elección de carrera profesional debe surgir del interés personal; pero puede ser influenciada por el entorno familiar, el aspecto económico, el ámbito cultural, asuntos psicológicos o los medios de comunicación masiva (Montero, 2020). Según cifras del Ministerio de Educación Nacional (2a015) para el nivel Universitario, el 46% de los estudiantes que ingresan en una cohorte, abandonan sus estudios; confirmando que aproximadamente la mitad de los estudiantes que se matricula en los programas de educación superior no logra obtener el título profesional. Con respecto al nivel internacional, la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) advierte que el 30% de todos los estudiantes de programas de educación superior abandonan sus estudios sin lograr obtener el título profesional (OCDE, 2017). Tales cifras de deserción pueden deberse a una decisión vocacional inadecuada.

Por lo anterior, el propósito del presente estudio es determinar las principales motivaciones para la elección de programa académico de pregrado por parte de

aspirantes de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y de la Universidad de Antioquia; así como de los estudiantes del primer semestre de la Institución Universitaria de Envigado. En el desarrollo de este estudio se emplea una metodología cuantitativa, de nivel descriptivo, con una muestra total de 290 aspirantes y 79 estudiantes de primer semestre, quienes participan en el diligenciamiento de dos encuestas diseñadas como instrumento de recolección de información. Los resultados muestran que las asignaturas del pensum, las líneas de énfasis del programa, el salario que devengan los egresados y la recomendación por parte de amigos son factores determinantes al momento de la elección de carrera profesional; ante factores como querer aprender acerca del objeto de estudio de la profesión, conseguir empleo fácilmente o ser un programa académico en tendencia.

## 2. Metodología

Respecto al proceso de investigación se diseñaron dos instrumentos para la recolección de información relacionada con los principales motivos que conducen a la elección de carrera profesional. El primer instrumento fue diligenciado por los aspirantes a programas académicos de educación superior de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y de la Universidad de Antioquia para el primer semestre del año 2023.

La población objetivo de aspirantes para ambas instituciones fue de 44876 aspirantes, correspondientes a 38923 de la Universidad de Antioquia y 5953 de la Universidad Nacional. Para la selección de la muestra, debido a las características de la población bajo estudio, se realizó un muestreo sistemático de 1 en 10. Se consideró una muestra sistemática de 290 aspirantes, con un error en la estimación del 5.8% y un nivel de confianza del 95%. Dicha muestra se obtuvo encuestando a los aspirantes que presentaron el examen de admisión en la Universidad de Antioquia los días 24 y 25 de octubre del año 2022 y en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, el día 23 de octubre del mismo año. Se recolectó información de 164 aspirantes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín y 126 aspirantes de la Universidad de Antioquia.

Por otra parte, el segundo instrumento permitió encuestar a los estudiantes del primer semestre de la Institución Universitaria de Envigado. La población objetivo está compuesta por 641 estudiantes matriculados en los cursos Matemáticas operativas, Razonamiento lógico matemático y Álgebra y Trigonometría del segundo semestre del año 2022.

Para la selección de la muestra se realizó un muestreo aleatorio simple sin reemplazo y se encuesta un total de 79 estudiantes correspondiente a un error en la estimación de 8.7% y un nivel de confianza del 90%. A los estudiantes seleccionados mediante el muestreo se les comparte un código QR para acceder al formulario con la encuesta entre el 27 de octubre y el 12 de noviembre de 2022.

La investigación de enfoque cuantitativo y exploratorio aporta elementos preliminares para el eventual desarrollo de un modelo predictivo. Lo anterior, debido a que la información recolectada permite identificar los principales motivos para la elección de carrera profesional; así como identificar variables que puedan ser consideradas en la generación de un modelo cuya finalidad sea describir la pertinencia de programas de

educación superior a partir de tales motivaciones y de datos almacenados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES).

## 3. Resultados y análisis de resultados

El objetivo de la encuesta diseñada y aplicada es determinar los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria. La población objetivo está compuesta por los estudiantes inscritos en el curso de Cálculo Integral del segundo semestre del año 2022 de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y en los cursos de Matemáticas operativas, Álgebra y trigonometría y Razonamiento lógico matemático de la Institución Universitaria de Envigado (IUE).

En el caso de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y de la Universidad de Antioquia se encuestaron 290 aspirantes. El 37% de los encuestados son de género masculino, el 51% de género femenino y el 12% restante pertenece a otro género o no responde. A partir de los datos obtenidos se determina que el 68% de los encuestados egresó de un colegio oficial, el 81% obtuvo el grado de bachiller en el año 2022 y sólo el 18% trabajaba en el momento de presentarse a la universidad.

Las principales motivaciones de los encuestados para estudiar algún programa de educación superior son: por interés de continuar sus estudios, por deseo de superación y para independizarse del grupo familiar (ver Figura 1). En la Figura se observa que a un 38% le interesa estudiar y un 30% quiere superarse mediante su formación cursando una carrera profesional.

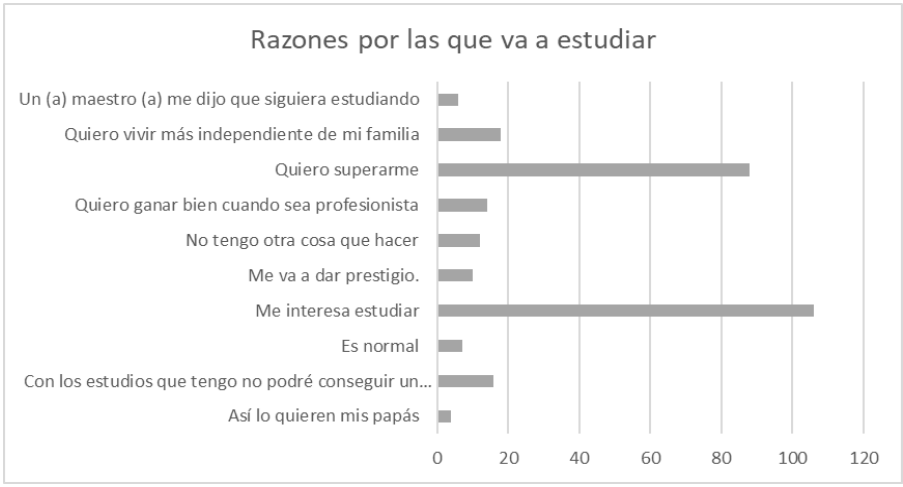



Figura 1 – Razones para estudiar un programa de educación superior

En cuanto a la carrera a la que aspiran los encuestados de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y de la Universidad de Antioquia, se encontró que, la mayoría de ellos (58%) se presenta a carreras del área de Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo

y afines (ver Figura 2). Adicionalmente, en la Figura 3 se observa que las razones principales para la elección de carrera profesional están relacionadas con las asignaturas del pensum y las líneas de énfasis del programa. En relación con los aspirantes, el 56% manifestó estar interesado en estudiar otra carrera profesional diferente a la que se presentó. De éstos, el 91% señala que dicha carrera es ofertada por algunas instituciones de educación superior del área metropolitana.

Con un propósito similar se encuesta a 79 estudiantes matriculados en el primer semestre de diferentes programas de pregrado de la Institución Universitaria de Envigado, de los cuales 28 (35%) son de género masculino y 51 (65%) de género femenino. El 80% de los estudiantes encuestados egresaron de colegios oficiales. Adicionalmente un 20% de los encuestados cuenta con estudios relacionados con el programa en que se encuentra matriculado.

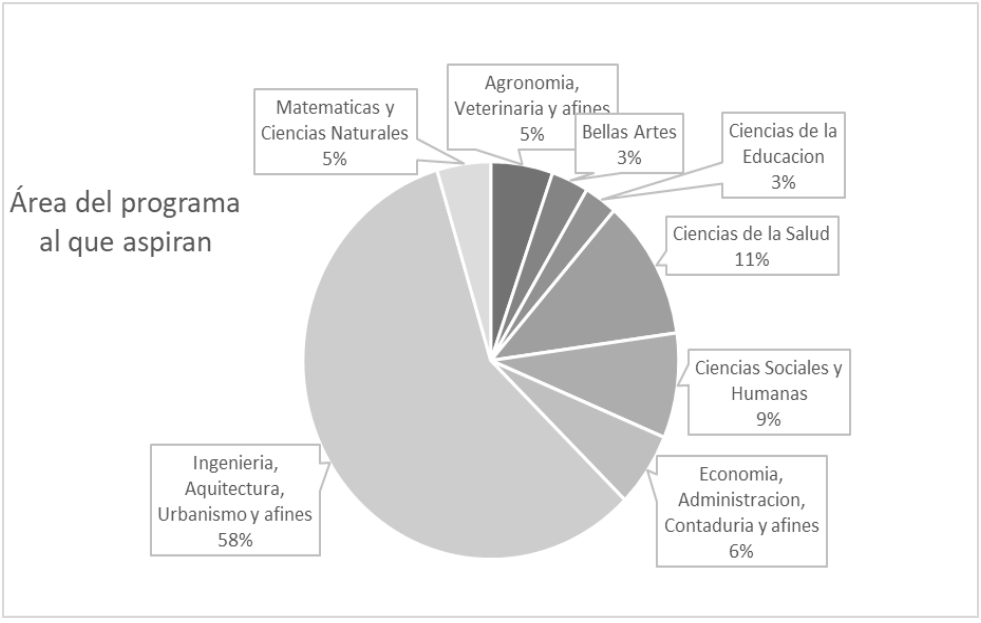



Figura 2 – Áreas de conocimiento seleccionadas por los aspirantes.
Elaboración propia

El instrumento de recolección permite determinar, además, que el 47% de los estudiantes encuestados se encuentra laborando y de éstos el 38% afirma que existe una relación entre su actividad laboral y la carrera profesional que eligió. En la Figura 4 se presentan las principales razones que motivan la elección de carrera profesional de los encuestados. A partir de dicha información se evidencia, que la mayoría de los encuestados (51%), dice que la razón principal de su elección de carrera está relacionada con las asignaturas del pensum y las líneas de énfasis del programa, seguido con un 22% por aquellos que consideran que su razón principal está relacionada con el hecho de que,

los egresados de esta carrera son bien remunerados o tienen buenas ofertas laborales salariales. Estas motivaciones de los estudiantes de primer semestre para elección de programa académico coinciden con las razones consideradas para la elección de carrera profesional de los aspirantes a programas de educación superior de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y de la Universidad de Antioquia.

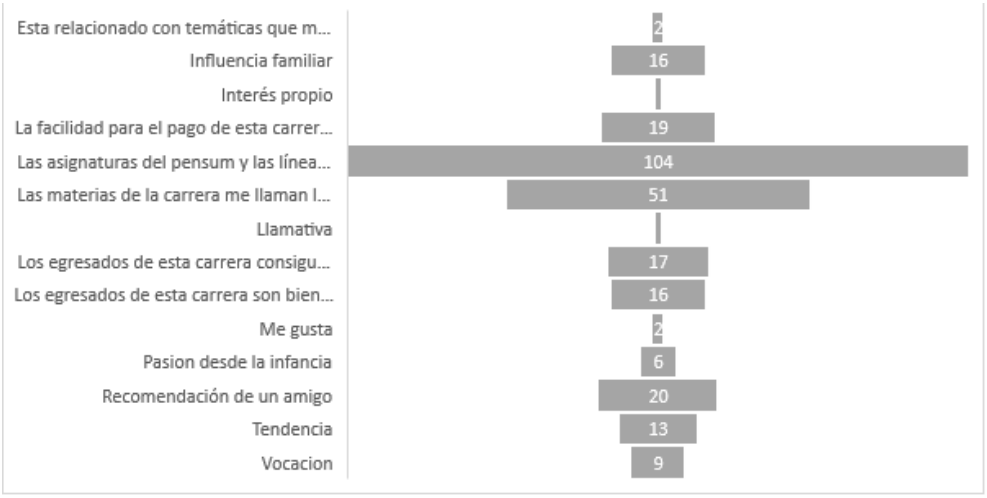



Figura 3 – Razones de aspirantes para la elección de carrera profesional.
Elaboración propia

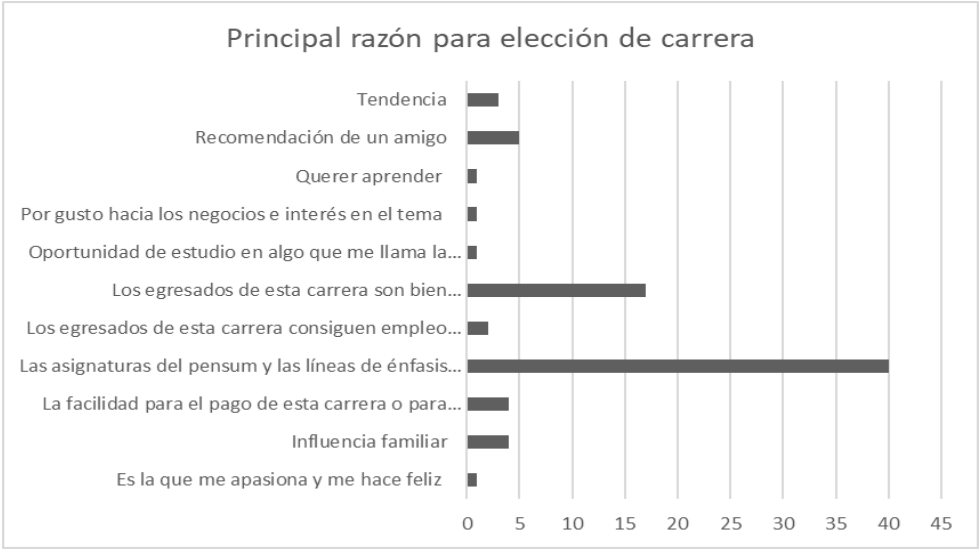



Figura 4 – Razones de estudiantes para la elección de carrera profesional.
Elaboración propia

Mediante la encuesta se indaga también acerca de estar interesado en estudiar otro programa académico diferente al que el estudiante cursa en la actualidad, a lo cual el 38% respondió que sí. De éstos, el 73% respondió que el programa de pregrado de interés era ofrecido por otras instituciones de educación superior del área metropolitana.

Los datos, recolectados mediante las encuestas realizadas a estudiantes del primer semestre y aspirantes a programas de educación superior junto a datos almacenados en SNIES pueden ser analizadas mediante la aplicación de un modelo predictivo multivariado con el objeto de determinar de forma anticipada qué programas académicos serán los más demandados. Considerando la necesidad de desarrollo de tal modelo, se identifican como categorías con mayor porcentaje de muestra las siguientes:

En el caso de la variable "Género" la categoría "Femenino", en la variable "Sector del colegio del que egresa" la categoría "Oficial", en la variable "Situación laboral" la categoría "No labora", en la variable "Razón para la elección de carrera" la categoría "Asignaturas del pensum y líneas de énfasis del programa" y en la variable "Razón para estudiar", la categoría "Interés personal". Las variables y categorías identificadas serán de gran interés para el desarrollo del modelo predictivo; adicionalmente se identifica la variable "Área de conocimiento del programa elegido", como aquella que permite un análisis más detallado de las áreas de formación preferidas por los aspirantes a programas de educación superior, en la que resalta la categoría "Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines" seguida por "Ciencias de la salud". Cabe señalar que se han excluido las categorías de: "sin dato", "ninguna de las anteriores" u "Otro". Para tal efecto, se sigue una ruta metodológica de modelos predictivos en ciencias sociales como la propuesta en García Pereáñez & García Arango (2020), allí se emplean metodologías de minería de datos para identificar la existencia de variables predictoras que influyen en la conciencia ambiental de estudiantes de programas de educación superior.

## 4. Discusión

Se han desarrollado diversos estudios que, buscan determinar las principales razones para la elección de carrera profesional. Entre los más recientes se destaca el trabajo realizado por Reyes *et al.* (2021) cuya finalidad es conocer las vivencias académicas y los factores que influyen en la elección de carrera de los adolescentes de Michoacán. Respecto al enfoque investigativo, se realiza un estudio cuantitativo de alcance descriptivo, de corte transversal. La muestra incluye 355 estudiantes de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo que cursaban el último año de preparatoria, cuyas edades están entre los 15 y los 19 años. Se diseñan y emplean dos instrumentos: uno para identificar los factores que influyen en la elección de carrera (FIEC) que consta de 24 ítems (Norzagaray y López, 2018), y otro para determinar las vivencias académicas (QVA-r) compuesto por 60 ítems (Márquez, Ortiz y Rendón, 2008). Ambos instrumentos emplean escalas tipo Likert, con opciones de respuesta que van del 1 al 5. Como respuesta a la pregunta sobre las motivaciones para la elección de carrera, las opciones con más altos porcentajes fueron: el ejercicio profesional (36.3%), la situación laboral (32.4%), la serie o especialización que cursaron en la preparatoria (37.7%), las materias o pensum (37.7%), el que la carrera sea bien remunerada (33.2%), así como el sector (pública, privada) de la universidad (33.2%). Aspectos nada importantes en dicha elección son:

la información divulgada por medio de blogs, páginas de opinión pública y ferias o eventos de promoción de carreras (Reyes *et al.*, 2021).

Cortez *et al.* (2020) presentan los resultados de una investigación cuya finalidad es determinar los factores motivantes en estudiantes de la Universidad San Francisco Xavier para la elección de la carrera universitaria de trabajo social. En la investigación de alcance descriptivo, diseño observacional transversal y con un tamaño de muestra de 306 estudiantes, se consideran fatores extrínsecos e intrínsecos, entre los cuáles se listan el prestigio, la afiliación, la novedad, el logro personal, el valor social, la vocación, así como la posición económica. El Cuestionario de Motivación para estudiar Psicología (MOPI) compuesto por 35 ítems en escala Likert fue el instrumento de recolección empleado, con un nivel de confianza del 0.784 del alfa de Cronbach. Se emplea, además, una prueba de chi cuadrada para describir la asociación entre los factores intrínsecos y extrínsecos. Como resultado de la investigación se identifica predominio de los factores intrínsecos tales como el prestigio y el valor social sobre los extrínsecos como influencias de familiares y amigos (Cortez *et al.*, 2020).

En otro estudio, Rodríguez *et al.* (2019) analizan cuáles son los motivos que llevan a los estudiantes de bachillerato a elegir carrera profesional. En el estudio participaron 2005 estudiantes de segundo curso de bachillerato con edades comprendidas entre los 17 y los 24 años, de los cuales 46.1% son de género masculino y 53.9% de género femenino. Los participantes representan el 44.95% del total de estudiantes de los centros educativos asturianos. Los factores intrínsecos relacionadas con las motivaciones personales de los estudiantes fueron determinantes en la elección de la carrera universitaria. Sin embargo, los factores de tipo extrínseco como la influencia familiar o la facilidad de la carrera fueron los que menos influyeron en la elección del programa académico de educación superior a estudiar (Rodríguez *et al.*, 2019).

Schelfhout *et al.* (2022) realizan un estudio relacionado con la prevención del fracaso académico en Flandes, Bélgica. La finalidad de este estudio es identificar a los estudiantes en riesgo académico al inicio de su plan de estudios a partir de la evaluación del desempeño considerando un conjunto de habilidades básicas específicas para el programa académico que cursan. La muestra estuvo compuesta por 6624 estudiantes de 21 programas de licenciatura. Los resultados indican que el 58% de los estudiantes está en riesgo de desertar o de reprobar. El análisis predictivo propuesto permite la toma de decisiones temprana frente al diseño de cursos de reorientación y de programas de permanencia estudiantil para así evitar el fracaso.

Los anteriores estudios dan cuenta de la importancia de determinar las principales razones que motivan la elección de carrera profesional. Se identifica además que son pocos los estudios que describen las implicaciones prácticas para la generación de modelos predictivos a partir de las motivaciones consideradas como relevantes en tal elección, con el fin de pronosticar la pertinencia de programas de educación superior ofertados. En este sentido, la interpretación exploratoria de los datos permite considerar como variables de entrada y variable de salida del modelo las que se observan en la Figura 5.

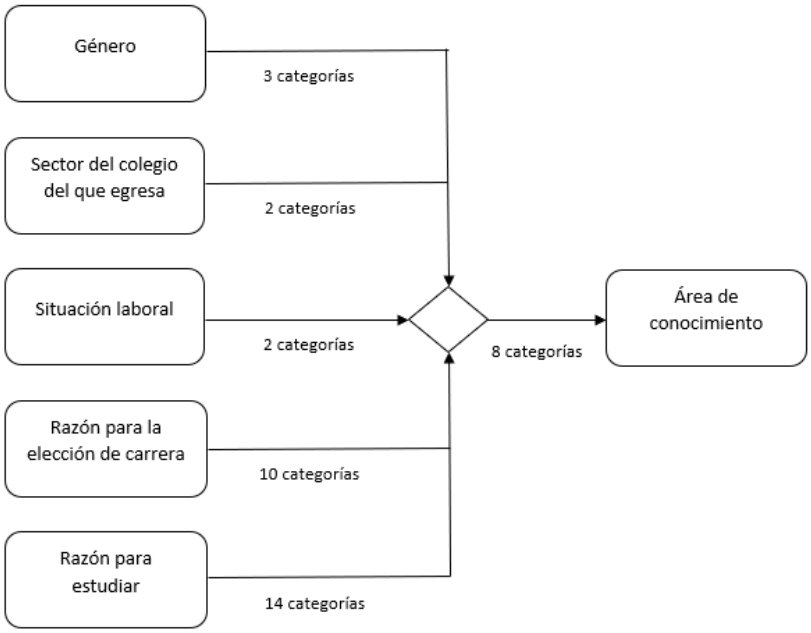



Figura 5 – Relación entre posibles variables del modelo y sus categorías. Elaboración propia.

En la Figura 5 se puede apreciar el relacionamiento de las variables previamente mencionadas junto con sus categorías. Vale la pena considerar que algunas variables podrían estar relacionadas, por ejemplo, “Razón para estudiar” y “Razón para la elección de carrera”. Las entradas del modelo están representadas por las variables ubicadas a la izquierda y la salida del modelo sería la variable que aparece a la derecha, denominada “Área de conocimiento” con ocho categorías. Por ende, el objetivo del modelo consistirá en tomar los registros de las variables de entrada y asociarlos con los registros de las variables de salida para de esta forma determinar las reglas de decisión que permitan la definición de un modelo predictivo del área de conocimiento del programa académico elegido por el aspirante a partir del género, de la situación laboral, del sector del colegio que egresa, de las motivaciones para estudiar y de las razones para la elección de carrera profesional. Al analizar el modelo se espera una comprensión más profunda de las variables predictoras para la elección de carrera profesional a partir de las elecciones realizadas por aspirantes y estudiantes de primeros semestres de programas de educación superior.

El ministerio de Educación Nacional ha desarrollado iniciativas que buscan una elección de carrera a conciencia, con argumentos suficientes en la toma de decisiones de tal forma que llene las expectativas y permita alcanzar las meta profesionales y laborales de los aspirantes. Según los resultados del Sistema para la Prevención de la Deserción (SPADIES) en el cual se consolida y gestiona la información académica y socioeconómica

de los estudiantes que han ingresado a la educación superior en el país, con la finalidad de hacer seguimiento al rendimiento académico y la deserción estudiantil; se identifica que el principal factor que lleva a los estudiantes a abandonar sus estudios está relacionado con el bajo rendimiento académico y los vacíos conceptuales en la formación recibida en el colegio, seguido por las condiciones económicas del estudiante o del grupo familiar y, la orientación vocacional que éste recibe durante el proceso de elección de su carrera profesional. De lo anterior se identifica la necesidad de la aplicación de los modelos aquí propuestos como una estrategia de prevención de la deserción que permita el apoyo en la toma de decisiones para favorecer la permanencia, la graduación y el diseño pertinente de programas de educación superior.

## 5. Conclusiones

El deseo de superación y de independizarse del grupo familiar son las razones principales de los aspirantes a programas de educación superior para interesarse en la continuación de sus estudios. Adicionalmente, las asignaturas del pensum, las líneas de énfasis del programa académico y la buena remuneración de los egresados son los factores que más motivan la elección de carrera profesional; tanto en aspirantes como en estudiantes de primer semestre de programas de educación superior de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, la Universidad de Antioquia y la Institución Universitaria de Envigado. En cuanto a la oferta de programas académicos de educación superior en el área metropolitana se evidencia que la oferta es amplia y da respuesta en gran porcentaje a los intereses de los aspirantes (91%) y de los estudiantes (73%) de las instituciones consideradas en el estudio y que tienen más de una opción de carrera profesional.

Se identificaron variables que eventualmente podrán ser consideradas en la generación de un modelo predictivo de la pertinencia de programas de educación superior. Con el análisis de los datos obtenidos mediante los instrumentos de recolección de información diseñados y aplicados a aspirantes y estudiantes de programas de educación superior es factible definir un modelo que constituya un soporte a la toma de decisiones de Instituciones de Educación Superior para la creación de nuevos programas académicos, la renovación de registros calificados y la acreditación de programas ya existentes. Una siguiente investigación pondrá a consideración, además de los datos recolectados, el análisis de los 27668 programas académicos registrados en el SNIES para la identificación de factores predictivos de la pertinencia de programas de educación superior.

## Referencias

Aguayo, R.; Lizarraga, C.; López-Bojórquez, M.; Quiñonez, Y. y Cabrera, A. (2022). Implementación de plan de contingencia ante la pandemia COVID-19 llamado rompiendo paradigmas docentes, Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologias de Información, Nº 45, pp. 48-63

Cortez, W. C.; Vargas, M. F.; Vargas, R. O. (2020). Factores motivantes en estudiantes para la elección de la carrera universitaria de trabajo social. Educación Superior, 7(2), 73-84, http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-82832020000200010&lng=es&tlng=es.

Garcés, J. D. (2011). Análisis de la pertinencia del Programa Académico Ingeniería Civil. Características asociadas a los graduados y su articulación. Universidad EAFIT. https://www.eafit.edu.co/institucional/calidad-eafit/investigacion/investigacion/Documents/Analisis_de_la_pertinencia_del_programa_Ingenieria_Civil-2011.pdf

Ministerio de Educación (2015). Estadísticas de deserción y graduación. https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles357549_recurso_3.pdf.

Montero, M. T. (2020). Elección de carrera profesional: Visiones, promesas y desafíos Universidad Autónoma de Universidad Juárez. https://www.uacj.mx/bibliotecas/documentos/libros-electronicos/Elecciondecarreraprofesional.pdf

OCDE (2017), «Gender imbalances in the teaching profession», Education Indicators in Focus, No. 49, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/54f0ef95-en.

Piesch, H.; Gaspard, H.; Parrisius, C.; Wille, E. y Nagengast, B. (2020). How can a relevance intervention in math support students' career choices?. Journal of Applied Developmental Psychology, 71(101185), https://doi.org/10.1016/j.appdev.2020.101185

Pérez, I. y Gómez, L. F. (2021). Estrategias para la elección de carrera y rutas de ingreso a la universidad. Educación y Educadores, 24(1), 9-29, https://doi.org/10.5294/educ.2021.24.1.1

Reyes, G.; Zalapa, E. E. y López, O. (2021). Vivencias académicas y elección de carrera en estudiantes preparatorianos. Revista electrónica sobre educación media y superior, 8(16), https:// https://www.cemys.org.mx/index.php/CEMYS/article/view/307

Rodríguez, L. J.; Areces, D.; Suárez, J.; Cueli, M. y Muñiz, J. (2019). ¿Qué motivos tienen los estudiantes de Bachillerato para elegir una carrera universitaria? Journal of Psychology and Education, 14(1), 1-15, https://doi.org/10.23923/ rpye2019.01.167

Schelfhout, S.; Wille, B.; Fonteyne, L.; Roels, E.; Derous, E.; De Fruyt, F. y Duyck, W. (2022). How accurately do program-specific basic skills predict study success in open access higher education?, International Journal of Educational Research, 111(101907), https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101907

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

Recebido/Submission: 30/05/2023
Aceitação/Acceptance: 31/07/2023

# Ciberseguridad y Seguridad Integral: un análisis reflexivo sobre el avance normativo en Colombia

Gabriel Andrés Jiménez-Almeira[1], David Enrique López[2]

**gabriel.jimenez@epfac.edu.co; david.lopez@epfac.edu.co**

[1] Investigador Principal, Bogotá D.C, Colombia.

[2] Investigador Titular, Bogotá D.C, Colombia. https://orcid.org/0000-0003-4867-0073

**Pages: 16-31**

**Resumen:** El presente artículo se enfoca en la importancia de la seguridad integral en el avance normativo de la ciberseguridad en Colombia. En particular, se analiza la Ley 1273 de 2009 y el Plan Nacional de Ciberseguridad implementado por el gobierno colombiano para combatir ciberataques y proteger la información de la ciudadanía a través de una revisión de la literatura y análisis de los documentos normativos relevantes, se destaca la importancia de la educación y capacitación de la población en la ciberseguridad, así como la protección de infraestructura crítica y el fortalecimiento de los sistemas de información. Se concluye que la implementación de estas políticas es un paso importante para fortalecer la seguridad de la información y reducir la incidencia de delitos informáticos en Colombia.

**Palabras-clave:** Seguridad Integral; Ciberseguridad; Ciberataques; Normatividad; Ciberespacio.

## *Cybersecurity and Integral Security: an analysis of regulatory progress in Colombia*

***Abstract:*** This article focuses on the importance of comprehensive security in the regulatory advancement of cybersecurity in Colombia. In particular, Law 1273 of 2009 and the National Cybersecurity Plan implemented by the Colombian government to combat cyberattacks and protect citizens' information are analyzed through a review of the literature and analysis of relevant regulatory documents, highlighting the importance of education and training of the population in cybersecurity, as well as the protection of critical infrastructure and the strengthening of information systems. It is concluded that the implementation of these policies is an important step to strengthen information security and reduce the incidence of cybercrime in Colombia.

[1] Magister en Seguridad y Defensa Nacional. Internacionalista de la Universidad del Rosario. Investigador principal del Programa de Maestría en Gestión de la Seguridad Integral – MADGSI – de la Escuela de Posgrados de la Fuerza Área Colombiana – EPFAC. Correo: Gabriel.jimenez@epfac.edu.co

[2] Magister en Derecho Administrativo. Abogado. Docente del Programa de Maestría en Gestión de la Seguridad Integral – MADGSI –en Legislación y Metodología de investigación de la Escuela de Posgrados de la Fuerza Área Colombiana – EPFAC. Correo: David.lopez@epfac.edu.co

***Keywords:*** Integral Security; Cybersecurity; Cyberattacks; Regulations; Cyberspace.

## 1. Introducción

En la actualidad, la ciberseguridad[3] es un tema de gran relevancia en todo el Sistema Internacional[4], dado que los ciberataques[5] son cada vez más frecuentes y sofisticados, lo que representa una gran amenaza para las organizaciones y la ciudadanía en general. La seguridad de la información se ha vuelto esencial para la protección de los datos, debido a la frecuencia en la que hoy por hoy se interactua con dispositivos electronicos, facilitando con esto la exposición de la exposición de información confidencial que puede causar daños irreparables.

Por esta razón, en Colombia, la ciberseguridad se ha convertido en un tema prioritario en la agenda gubernamental y en las actividades de la Fuerza Pública en búsqueda de proteger la Soberanía Nacional y la Seguridad Nacional. En este contexto, una de las estrategias más efectivas para combatir las amenazas cibernéticas es la implementación de políticas públicas en Seguridad Integral[6]. La seguridad integral busca proteger no solo los sistemas de información, sino también los procesos, las personas y los recursos de una organización. En este sentido, la seguridad integral se enfoca en garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información.

En Colombia, el gobierno ha tomado medidas para combatir los ciberataques y proteger la información de la ciudadanía durante los últimos 10 años. Por ejemplo, La Ley 1273 de 2009 es una de las medidas más importantes en este sentido, ya que establece las medidas para prevenir y combatir los delitos informáticos. La ley constituye que los delitos informáticos son considerados delitos comunes y crea sanciones para aquellos que los cometan. Además, la ley también forma unidades especializadas para la investigación y prevención de los delitos informáticos.

Otra medida importante es el Plan Nacional de Ciberseguridad, implementado en 2015. Este plan constituye una serie de políticas y estrategias para garantizar la seguridad de la información en el país. El plan incluye medidas para la prevención de ciberataques, la respuesta a incidentes de seguridad, la capacitación y concientización de la ciudadanía, entre otras.

[3] La ciberseguridad es un conjunto de medidas y prácticas que buscan proteger los sistemas y las redes informáticas de amenazas y ataques cibernéticos. Estas medidas incluyen la protección de la información, la detección y prevención de vulnerabilidades, y la respuesta efectiva a incidentes de seguridad. (Mozaffari & Carver, 2018, p. 43)

[4] El Sistema Internacional se refiere al conjunto de actores y relaciones que se dan en el ámbito internacional, incluyendo no sólo a los estados, sino también a organizaciones internacionales, empresas transnacionales y grupos sociales. Es un sistema en constante evolución, en el que los actores interactúan y se influyen mutuamente, generando cambios en las estructuras y las dinámicas de poder. (Carranza, 2016, p. 36)

[5] Un ciberataque es cualquier intento malintencionado de acceder, dañar, alterar, robar o destruir información o sistemas informáticos a través de medios electrónicos. Los ciberataques pueden ser perpetrados por individuos, grupos o gobiernos, y pueden tener como objetivo la obtención de información confidencial, el sabotaje de sistemas o la interrupción de servicios. (Rajabion, 2020, p. 62)

[6] La seguridad integral se enfoca en la protección de la fuerza militar y de sus activos, incluyendo la infraestructura, los sistemas de información y el personal. Este enfoque se basa en la identificación y evaluación de los riesgos y amenazas a la seguridad, y se enfoca en la prevención, la protección, la detección y la respuesta a los incidentes de seguridad, para garantizar la capacidad de la fuerza militar para cumplir con sus misiones y objetivos. (González & Sánchez, 2018, p. 103)

En este artículo se analiza la importancia de la seguridad integral en el avance normativo de la ciberseguridad en Colombia. El objetivo principal es comprender cómo la seguridad integral puede ser una herramienta efectiva para combatir los ciberataques y proteger la información en el país.

En el primer apartado se revisa la normativa y políticas implementadas por el gobierno para combatir los ciberataques y proteger la información de la ciudadanía. En este sentido, se revisa la Ley 1273 de 2009 y el Plan Nacional de Ciberseguridad, así como otras políticas implementadas por el gobierno.

En el segundo apartado se analiza la importancia de la seguridad integral en la protección de la información. Se revisan los pilares fundamentales de la seguridad de la información: la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad, y se explican cómo cada uno de estos aspectos es importante para garantizar la seguridad de la información.

En el tercer apartado se revisan casos de éxito en la implementación de políticas de seguridad integral en Colombia. En este sentido, se analiza cómo algunas organizaciones han logrado proteger su información mediante la implementación de políticas de seguridad integral. En el cuarto y último acápite se presentan conclusiones y recomendaciones donde se sintetizan los hallazgos y se ofrecen recomendaciones para la implementación de políticas de seguridad integral en Colombia.

## 2. El avance de la Normatividad y la importancia de la Ley 1273 de 2009

La ciberseguridad se ha convertido en un tema crucial para la sociedad internacional, especialmente en un Sistema Internacional cada vez más interconectado y dependiente de la tecnología. Los ciberataques, como actividad expresan en el ciberespacio[7], pueden tener consecuencias devastadoras para empresas, organizaciones y ciudadanos comunes, la información personal y financiera se encuentra cada vez más en riesgo. Por esta razón, los gobiernos de la sociedad internacional han implementado diversas normativas y políticas para combatir los ciberataques y proteger la información de la ciudadanía. En el caso de Colombia, según Giraldo y Bello (2021), la ciberseguridad es un tema cada vez más importante debido al rápido avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el país, por ello, el gobierno ha tomado medidas significativas para abordar este desafío, desde la creación de entidades especializadas en ciberseguridad como el ColCERT[8] hasta la implementación de regulaciones específicas para proteger la información personal y financiera de los ciudadanos.

En este apartado, se analizarán las normativas y políticas implementadas por el gobierno colombiano para combatir los ciberataques y proteger la información de la ciudadanía, con el fin de comprender mejor los esfuerzos realizados en este campo y evaluar su efectividad.

[7] El ciberespacio puede definirse como un espacio virtual, generado por la interconexión global de sistemas informáticos, en el que los usuarios pueden interactuar y compartir información en tiempo real. Es un espacio dinámico y en constante evolución, en el que se dan cita una amplia variedad de actores sociales, desde individuos y organizaciones hasta gobiernos y grupos criminales. (Albright, 2018, p. 45)

[8] Grupo de Respuestas a Emergencias Ciberneticas en Colombia. https://www.colcert.gov.co/800/w3-article-198657.html

En ese sentido, la Tabla 1, muestra la consolidación de las normas y políticas durante los últimos 6 años, evidenciando el avance y evolución de la normatividad entorno a garantizar la Seguridad de la Información en Colombia, atenuando la Ciberseguridad como un enfoque estratégico para proteger la Seguridad Nacional.

| Norma | Descripción |
|---|---|
| **Ley 1955 de 2019** | "Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad". ("LEY 1955 DE 2019 - SUIN – JURISCOL") |
| **Ley 1978 de 2019** | "Por la cual se moderniza el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC, se distribuyen competencias, se crea un Regulador Único y se dictan otras disposiciones." ("ley consulta.docx - LEY No. 1978 25 JUL 2019 POR LA CUAL SE...") |
| **Manual de Gobierno Digital - 2018** | En este documento se desarrolla el proceso de implementación de la Política de Gobierno Digital a través de los siguientes cuatro (4) momentos: 1. Conocer la política; 2. Planear la política; 3. Ejecutar la política; y 4. "Medir la política; cada uno de ellos incorpora las acciones que permitirán desarrollar la Política en las entidades públicas de nivel nacional y territorial." ("PLAN ESTRATÉGICO DE TECNOLOGIA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES - PETI ...") |
| **Decreto 1008 - 2018** | "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la política de Gobierno Digital y se subroga el capítulo 1 del título 9 de la parte 2 del libro 2 del Decreto 1078 de 2015, Decreto Único Reglamentario del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones". |
| **Documento CONPES 3920 - 2018** | POLÍTICA NACIONAL DE EXPLOTACIÓN DE DATOS (BIG DATA) |
| **Decreto 1413-2017** | "Por el cual se adiciona el título 17 a la parte 2 del libro 2 del Decreto Único Reglamentario del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Decreto 1078 de 2015, para reglamentarse parcialmente el capítulo IV del título 111 de la Ley 1437 de 2011 y el artículo 45 de la Ley 1753 de 2015, estableciendo lineamientos generales en el uso y operación de los servicios ciudadanos digitales" |
| **Documento CONPES 3854-2016** | POLÍTICA NACIONAL DE SEGURIDAD DIGITAL |
| **Decreto 1083 -2015** | "Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el cual incluye el Decreto 2573 de 2014 que establece los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en Línea (Hoy Gobierno Digital)" ("PLAN ESTRATÉGICO DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN") |
| **Ley 1712 de 2014** | "Por la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones". |
| **NTC-ISO/IEC Colombiana 27001:20013** | Tecnologías de la Información. Técnicas de Seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información. Requisitos. |
| **Art. 217 de la Constitución Política** | Finalidad primordial de las Fuerzas Militares. |
| **Ley 527 de 1999** | "Por medio de la cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales, y se establecen las entidades de certificación y se dictan otras disposiciones." ("Ley 527 de 1999, por medio de la cual se define y reglamenta el acceso ...") |

| Norma | Descripción |
|---|---|
| **Ley 962 de 2005** | "Estado y de los particulares que ejercen funciones públicas o prestan servicios públicos." ("Ley 962 de 2005 - Gestor Normativo - Función Pública") |
| **Decreto 1747 de 2000** | Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 527 de 1999, en lo relacionado con: "Las entidades de certificación, los certificados y las firmas digitales". ("Firma Electrónica - Inicio \| Archivo General de la Nación") |
| **Resolución 0891 del 16 de marzo de 2009** | Por la cual se crea el Comité de Integración de Tecnologías de Información y Comunicaciones – CITI – del Sector Defensa, para fijar las políticas de estandarización en materia de tecnología, comunicaciones y servicios en el Ministerio de Defensa Nacional |
| **Ley 1273 de 2009** | Por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado – denominado "de la protección de la información y de los datos"- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones. |
| **Ley 1341 de 2009** | Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones. ("LEY 1341 DE 2009 - SUIN – JURISCOL") |
| **Decreto 19 de 2012 Nivel Nacional** | "Por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública." ("Normatividad Relacionada - DIAN") |
| **Decreto 2609 de 2012 Nivel Nacional** | "Por el cual se reglamenta el Título V de la Ley 594 de 2000, parcialmente los artículos 58 y 59 de la Ley 1437 de 2011 y se dictan otras disposiciones en materia de Gestión Documental para todas las Entidades del Estado." ("Decreto 2609 de 2012 - CCB") |
| **Disposición 061 del 22 de diciembre de 2017** | "Por la cual se reestructura la organización de las dependencias de la Fuerza Aérea Colombiana" ("Normatividad \| Fuerza Aérea Colombiana") |
| **Plan Nacional de Tecnologías de la Información** | Plan de implementación de TI en Colombia |
| **Modelo de Gestión de la Fuerza Aérea Colombiana** | "Busca liderar la organización desde un enfoque holístico y sistémico, basado en el rediseño de procesos; parte del estudio pormenorizado de las actividades y tareas que se desarrollan en cada una de las Áreas Funcionales y Departamentos del Nivel Central, con el propósito de conformar los Procesos Gerenciales, Misionales y de Apoyo". (FAC, 2018) |
| **Circular 17 de 2011** | Por la cual se reglamenta y ordena la verificación del uso legal de software en las entidades u organismos públicos de orden nacional y territorial |
| **Decreto 1377 de 2013** | Reglamentar parcialmente la Ley, 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. ("Decreto número 1377 de 2013, por el cual se reglamenta ... - vLex") |
| **Directiva presidencial 002 de 2002** | "Respeto al derecho de autor y los derechos conexos, en lo referente a utilización de programas de ordenador (software)" ("1. INFORME DERECHOS DE AUTOR") |
| **Decreto 886 de 2014** | "El presente decreto tiene como objeto reglamentar la información mínima que debe contener el Registro Nacional de Bases de Datos" ("DECRETO 886 DE 2014 - SUIN – JURISCOL") |

| Norma | Descripción |
|---|---|
| **Decreto 090 de 2018** | Serán objeto de inscripción en el Registro Nacional de Bases de Datos, las bases de datos que contengan datos personales cuyo Tratamiento automatizado o manual sea de sociedades y/o entidades sin ánimo de lucro y personas jurídicas de naturaleza pública. ("Decreto 90 de 2018 - Gestor Normativo - Función Pública") |
| **Decreto 1078 de 2015** | Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-se crea la Agencia Nacional de Espectro ("LEY 1341 DE 2009 - SUIN – JURISCOL") |
| **Política Sectorial de Tecnologías en la NUBE - Circular MINDEFENSA.** | Uso de soluciones en la NUBE a nivel Institucional; Para permitir que los sistemas de TI sean escalables y elásticos bajo demanda. |
| **Directiva Permanente No. 03 de 2019 - MDN.** | Política de privacidad y protección de datos; define los lineamientos la política de tratamiento de datos personales en el Ministerio de Defensa. |
| **Resolución MDN-5563 2018** | Por la cual se formula el PETI del Sector Defensa y Seguridad 2018-2022' y se emiten otros lineamientos relacionados con las TIC y las Comunicaciones en el Sector Defensa. ("Resolución número 5563 de 2018, por la cual se formula el 'Plan ...") |
| **Directiva Permanente No. 0118000010005 /MDN - COGFM-JEMCO-SEMPE-CGDJ6-DIPCO-SEDID-23,1** | Dar lineamientos y directrices para la planificación, administración y articulación de las TIC a nivel FFMM con la Estandarización, integración de las capacidades en apoyo al desarrollo de operaciones conjuntas. |
| **Directiva Permanente No. 0118000009905 / MDN- COGFM-JEMCO-SEMPE-CGDJ6- DIPCO-SEDID-23,1** | Definir los lineamientos y directrices para alcanzar los niveles de estandarización, integración e interoperabilidad requeridos, en apoyo al desarrollo de las Operaciones Conjuntas, Coordinadas, Interinstitucionales y Combinadas, en cumplimiento al PETI sectorial del (MDN), PEM 2030, y los planes institucionales. |
| **Resolución No. 0000548 del 2017** | Código de buen Gobierno del Ministerio, Fondo de tecnología de la información y Comunicaciones. |
| **Ley 1672 de 2013** | "Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones." ("Ley 1672 de 2013 - Gestor Normativo - Función Pública") |
| **Decreto 2194-2017** | Decreto modificatorio del artículo 2.2.2.4.1 del Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Decreto número 1078 de 2015. |
| **Decreto 415 del 2016** | El presente Decreto tiene por objeto señalar los lineamientos para el fortalecimiento institucional y ejecución de los planes, programas y proyectos de tecnologías y sistemas de información en la respectiva entidad. ("Decreto 415 de 2016 - Gestor Normativo - Función Pública") |
| **Directiva Permanente 2014-18-MDN** | Implementación de un sistema de seguridad de la información y estandarización de las Políticas de Seguridad de la información para el sector Defensa. ("Directiva Permanente 2014-18 Políticas de Seguridad de la información") |

| Norma | Descripción |
|---|---|
| **Decreto 32 de 2013.** | Creación de la comisión intersectorial que se denominará "Comisión Nacional Digital y de Información Estatal", cuyo objeto será la coordinación y orientación superior de la ejecución de funciones y servicios públicos relacionados con el manejo de la información pública, el uso de infraestructura tecnológica de la información para - emitir los lineamientos rectores del Grupo de Respuesta a Emergencias Cibernéticas de Colombia del MDN. ("Decreto 1170 de 2015 Sector Administrativo de Información Estadística") |
| **Circular 2018-272-MDN** | La utilización de servicios en la nube se debe realizar bajo los siguientes parámetros: servicios de CLOUD debe ser clara las obligaciones del contratista en cuanto a la responsabilidad respecto a la conservación de los contenidos (información), borrado de datos, propiedad intelectual y niveles de servicio (ANS). |
| **Resolución 774 de 2018 ANE** | "Por la cual se adoptan los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, se reglamentan las condiciones que deben reunir las estaciones radioeléctricas para cumplirlos y se dictan disposiciones relacionadas con el despliegue de antenas de radiocomunicaciones" ("Resolución número 000774 de 2018, por la cual se adoptan los límites de ...") |
| **Decreto 2573 de 2014**<br><br>**Decreto 338 de 2022**<br><br>**Directiva Presidencial 002 de 2022** | Son los lineamientos, instrumentos y plazos de la estrategia de Gobierno en línea para garantizar el máximo aprovechamiento de las TIC, con el fin de contribuir con la participación de un-Estado más eficiente y participativo.<br><br>"Por el cual se adiciona el Titulo 21 a la Parte 2 del Libro 2 del Decreto Único 1078 de 2015, Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con el fin de establecer los lineamientos generales para fortalecer la gobernanza de la seguridad digital, se crea el Modelo y las instancias de Gobernanza de Seguridad Digital y se dictan otras disposiciones"<br>Reiteración de la política pública en materia de seguridad digital. |

Fuente: Elaboración propia a partir de (Plan Estratégico Tecnologías de Información y Comunicaciones 2019-2022), Jiménez Almeira, G. A. Morales Lince, M. P., & Patiño Sánchez, I. (2022).

Tabla 1 – Normatividad en Ciberseguridad y Seguridad de la Información.

El avance de la normatividad en ciberseguridad y seguridad de la información en Colombia ha sido significativo en los últimos años como lo expresa la Tabla 1. El país ha reconocido la importancia de la protección de los datos personales y la información en línea, en un contexto donde la digitalización y la conectividad han crecido de manera exponencial en el país.

Una de las normativas más relevantes es la Ley 1581 de 2012, la cual edifica el régimen general de protección de datos personales en Colombia y su reglamentación; el Decreto 1377 de 2013. Además, en 2019 se promulgó la Ley 1955 de ciberseguridad, que introduce la obligación para las empresas y entidades públicas de adoptar medidas de seguridad para prevenir y enfrentar los ciberataques. Asimismo, en 2020 se creó el Consejo Nacional de Ciberseguridad, con el fin de coordinar y liderar las acciones de prevención y respuesta a los riesgos en materia de ciberseguridad en Colombia.

Estas normativas y acciones muestran una clara intención por parte del Estado colombiano de proteger la seguridad de la información y prevenir posibles ataques cibernéticos. Sin embargo, aún existen retos importantes en la implementación y el cumplimiento de estas normas, especialmente en el sector privado, donde muchas empresas aún no han adoptado medidas adecuadas de seguridad de la información. Asimismo, es importante continuar trabajando en la sensibilización y educación de la población en temas de ciberseguridad, teniendo en cuenta que muchas veces el eslabón más débil en la cadena de seguridad de la información son los usuarios finales.

Al respecto, la Ley 1273 de 2009, también conocida como la Ley de Delitos Informáticos, es una normativa importante en Colombia que busca combatir los delitos informáticos y mejorar la ciberseguridad en el país. Esta ley constituye una serie de delitos informáticos y las sanciones correspondientes, así como medidas para prevenir y combatir los ataques cibernéticos. Destacando que, "El cibercrimen en Colombia no solo afecta a las empresas y organizaciones, sino también a los ciudadanos comunes" (Montoya, 2019, p. 23). Según Espinosa (2012), la Ley 1273 de 2009 es importante porque "establece una base sólida para la lucha contra el delito informático en Colombia, proporcionando herramientas necesarias para la investigación, el enjuiciamiento y la prevención de estos delitos".

La ley también tiene como objetivo mejorar la cooperación entre las instituciones y autoridades encargadas de la ciberseguridad, para así hacer frente a los delitos informáticos de manera más efectiva. Por otro lado, Guzmán (2014) destaca que la Ley 1273 de 2009 tiene una perspectiva internacional, considerando que está basada en acuerdos internacionales como el Convenio de Budapest sobre cibercrimen. Esto significa que Colombia está siguiendo los estándares internacionales en la lucha contra los delitos informáticos, lo que puede ayudar a mejorar la cooperación internacional y el intercambio de información sobre ciberseguridad.

La Ley 1273 de 2009 edifica varios delitos informáticos, como el acceso abusivo a un sistema informático, la interceptación de datos, la falsificación de documentos digitales y la distribución de virus informáticos. Además, establece sanciones para estos delitos, que pueden incluir prisión y multas. Como señala Giraldo (2014), estas sanciones son importantes porque "generan un efecto disuasorio para aquellos que podrían estar considerando cometer delitos informáticos".

Sin embargo, algunos expertos también han señalado que la Ley 1273 de 2009 tiene algunas limitaciones. Por ejemplo, el abogado experto en ciberseguridad Juan Carlos Montes (citado en Semana, 2019) señala que la ley no contempla algunas de las amenazas más recientes en el mundo digital, como el ransomware y el phishing. Además, Montes señala que la ley no aborda adecuadamente la responsabilidad de las empresas en la protección de los datos de sus clientes.

El Decreto 338 de 2022 no menciona explícitamente la relación entre la seguridad digital y la seguridad integral. Sin embargo, es importante destacar que la seguridad digital es un componente clave de la seguridad integral en la actualidad.

La seguridad integral se refiere a la protección de todos los aspectos de la sociedad, incluyendo la seguridad física, la seguridad económica, la seguridad social y la seguridad digital. La seguridad digital se centra específicamente en la protección de los sistemas de información, las redes y las infraestructuras críticas en el entorno digital.

En el contexto actual, donde la tecnología y la digitalización están presentes en todos los aspectos de nuestras vidas, la seguridad digital se ha vuelto fundamental para garantizar la seguridad integral. Los eventos no deseados en el entorno digital pueden tener un impacto significativo en la seguridad física, la economía, la sociedad y otros aspectos de la seguridad integral.

Con base en la Directiva Presidencial 002 de 2022, la relación entre la seguridad digital y la seguridad integral es que la seguridad digital es una parte integral de la seguridad en general. La seguridad integral abarca todos los aspectos de protección y prevención de riesgos en una organización, incluyendo la seguridad física, la seguridad de la información y la seguridad digital. La seguridad digital se refiere específicamente a la protección de los activos digitales, como los sistemas de información, la información digital y los servicios en línea, contra amenazas cibernéticas. Por lo tanto, la seguridad digital es un componente esencial de la seguridad integral, ya que aborda los riesgos y amenazas relacionados con el entorno digital.

Por lo tanto, el avance de la normatividad en ciberseguridad y seguridad de la información en Colombia es un paso prioritario en la protección de los datos personales y la información en línea, pero aún hay retos importantes en su implementación y cumplimiento, y es necesario continuar trabajando en la educación y sensibilización de la población en estos temas.

## 3. El Plan Nacional de Ciberseguridad

El Plan Nacional de Ciberseguridad de Colombia (PNCS) es un documento que busca instituir un marco estratégico para la gestión de la ciberseguridad en el país. El PNCS fue lanzado en 2017 por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y tiene como objetivo mejorar la protección de la infraestructura crítica del país, reducir el impacto de los ciberataques en el sector público y privado, y promover la cultura de ciberseguridad en la sociedad.

Un estudio de la Universidad Nacional de Colombia (2020) indica que el Plan Nacional de Ciberseguridad busca fundar políticas, lineamientos y acciones que permitan la protección de los sistemas de información y la seguridad en línea en Colombia. En ese sentido, el PNCS se basa en cuatro pilares fundamentales: prevención, detección, respuesta y recuperación. Para la prevención, el plan conceptúa la necesidad de mejorar la seguridad en la infraestructura crítica del país y promover la cultura de ciberseguridad. En cuanto a la detección, se propone la implementación de sistemas de monitoreo y alerta temprana para identificar posibles ataques. La respuesta y recuperación se enfocan en la creación de equipos especializados y capacitados para actuar de manera rápida y efectiva ante incidentes de seguridad.

La importancia del Plan Nacional de Ciberseguridad radica en la creciente dependencia que tienen los ciudadanos, empresas y gobiernos de las tecnologías de la información y la comunicación. La era digital ha abierto un amplio abanico de oportunidades en cuanto a la eficiencia en los procesos y la conectividad global, pero también ha generado un aumento en los riesgos de seguridad informática que deben ser atendidos de manera adecuada (García et al., 2020).

El PNCS también funda la necesidad de fortalecer la colaboración entre el sector público y privado en la gestión de la ciberseguridad. Esto incluye la formación de un Comité Nacional de Ciberseguridad, conformado por representantes de diferentes sectores del país, para coordinar y promover iniciativas en este ámbito.

La implementación del PNCS ha llevado a la creación de políticas y programas específicos para fortalecer la ciberseguridad en Colombia. Por ejemplo, el programa "Colombia Cibersegura" busca fomentar la cultura de ciberseguridad en la sociedad, a través de capacitaciones y campañas de concientización. Además, el gobierno ha establecido el Centro Cibernético Policial para combatir los ciberdelitos en el país.

Sin embargo, el PNCS también ha sido objeto de críticas por parte de expertos en ciberseguridad en Colombia. En un artículo publicado en la revista Seguridad Informática, el experto en ciberseguridad Alejandro Ramos señala que el plan no es lo suficientemente ambicioso en cuanto a la protección de la información personal de los ciudadanos y no incluye medidas específicas para la protección de la información en la nube.

Otro de los desafíos que enfrenta la implementación del PNCS es la falta de recursos y capacitación en el ámbito de la ciberseguridad. Según un estudio realizado por la Universidad del Rosario, más del 50% de las empresas colombianas no tienen planes de contingencia en caso de un ciberataque y más del 60% no cuenta con personal capacitado en ciberseguridad.

Por tal razón, el Plan Nacional de Ciberseguridad de Colombia es un marco estratégico importante para la gestión de la ciberseguridad en el país. Sin embargo, es necesario seguir fortaleciendo la colaboración entre el sector público y privado, mejorar la capacitación y recursos en el ámbito de la ciberseguridad y constituir medidas más concretas para la protección de la información personal de los ciudadanos.

Asimismo, es importante destacar que el Plan Nacional de Ciberseguridad busca introducir una cultura de ciberseguridad en el país, promoviendo la educación y concientización sobre los riesgos y amenazas en línea. Según el MinTIC, "la ciberseguridad no es solo un tema técnico, sino un tema que involucra a toda la sociedad" (MinTIC, 2020).

Además de la educación y concientización, el plan también incluye medidas para fortalecer la capacidad institucional en ciberseguridad, como la formación del Centro Cibernético Policial en Colombia, que tiene como objetivo coordinar la respuesta a los delitos informáticos y ciberataques en el país. También se busca fomentar la colaboración entre los diferentes actores del ecosistema digital, incluyendo empresas, academia, sociedad civil y ciudadanos.

En cuanto a las medidas específicas implementadas en el marco del Plan Nacional de Ciberseguridad, se destacan la implementación de estándares de seguridad en los sistemas de información, la protección de la privacidad de los ciudadanos en línea, el fortalecimiento de la ciberdefensa y la planificación de un sistema de alerta temprana ante posibles amenazas.

En este sentido, el Plan Nacional de Ciberseguridad de Colombia es una medida necesaria para enfrentar los ciberataques y los riesgos en línea que se presentan en el país. Este plan incluye medidas de prevención, detección, respuesta y recuperación frente a

incidentes de seguridad informática, así como el fortalecimiento de las capacidades técnicas y humanas en ciberseguridad (Cámara de Comercio de Bogotá, 2021).

Sin embargo, es importante destacar que el éxito del Plan Nacional de Ciberseguridad depende de la colaboración y compromiso de todos los actores involucrados, desde el gobierno hasta las empresas y los ciudadanos. Como señala un estudio de la Universidad del Rosario (2019), "la ciberseguridad es una responsabilidad compartida" (p. 121), por lo que es fundamental que se promueva una cultura de seguridad informática en la sociedad colombiana.

## 4. Seguridad Integral como piedra angular de la Ciberseguridad

La seguridad integral es un concepto clave en la protección de la información puesto que es uno de los activos más valiosos de cualquier organización, y su protección se ha convertido en un elemento fundamental en la ciberseguridad, pues implica una gestión integral de los riesgos y amenazas en todos los niveles de la organización. Arévalo, Llano y Camargo (2021), manifiestan que, la seguridad integral debe ser entendida como "el conjunto de estrategias, políticas, procedimientos, prácticas y herramientas necesarias para garantizar la protección de los activos, la continuidad del negocio y la satisfacción de las expectativas de los clientes y las partes interesadas" (p. 13). Es decir, no solo aborda aspectos técnicos de la ciberseguridad, sino que también tiene en cuenta la gestión de riesgos y la participación de los usuarios y las partes interesadas.

En el contexto colombiano, la seguridad integral ha sido promovida en el marco de la Estrategia Nacional de Ciberseguridad (MinTIC, 2019), que construye un enfoque integral para la gestión de la ciberseguridad en el país. Según este documento, la seguridad integral debe estar presente en todos los ámbitos de la sociedad, desde el gobierno hasta las empresas y los ciudadanos, y debe ser abordada de manera colaborativa y multidisciplinaria. En este sentido, la seguridad integral se convierte en una piedra angular para la ciberseguridad en Colombia, al abordar no solo aspectos técnicos sino también culturales y sociales.

Además, se relaciona con la gestión de incidentes. Según Lozano y Rodríguez (2020), la seguridad integral implica la identificación y gestión de los riesgos, la implementación de medidas de prevención y respuesta, y la definición de planes de contingencia para avalar la continuidad de las operaciones en caso de un incidente de seguridad. De este modo, la seguridad integral se convierte en una herramienta fundamental para fortalecer la resiliencia de las organizaciones frente a las amenazas cibernéticas.

La ampliación del concepto de Seguridad integral se ha convertido en un elemento clave para la ciberseguridad en Colombia, al abordar aspectos técnicos, culturales y sociales, y estar presente en todos los ámbitos de la sociedad. Lo cual implica la gestión integral de los riesgos y amenazas, y la implementación de planes de contingencia para responder sobre la protección de las infraestructuras críticas del Estado y Organizaciones público y privadas. En ese orden de ideas, se convierte en un tema notable para la ciberseguridad en el país, al afianzar la protección de los recursos y activos estratégicos.

Según el Centro Cibernético Policial de Colombia (CCP), la seguridad integral es fundamental para la protección de la información en el contexto actual de amenazas

cibernéticas cada vez más sofisticadas. En su publicación "Guía para la protección de la información", el CCP señala que "la seguridad integral permite asegurar la disponibilidad, integridad y confidencialidad de la información, reduciendo el riesgo de posibles amenazas y vulnerabilidades que puedan afectar la operación y reputación de la organización".

Por tal motivo, la confidencialidad es un aspecto crucial de la seguridad integral, a consecuencia de que se refiere a la protección de la información contra el acceso no autorizado. La implementación de medidas de seguridad como la encriptación de datos y la autenticación de usuarios son necesarios para certificar la confidencialidad de la información. Según un estudio realizado por la firma de consultoría Deloitte en Colombia, la confidencialidad fue identificada como la principal preocupación en materia de seguridad de la información por el 70% de las empresas encuestadas.

Otro punto destacable es que, la integridad de la información es fundamental para proteger su exactitud y consistencia debido a que la información alterada o manipulada puede generar graves consecuencias para una organización, como pérdida de reputación y daño a la confianza. Por lo tanto, la implementación de medidas de seguridad como la validación de datos y el control de cambios son primordiales para confirmar la integridad de la información.

Es por eso por lo que la gestión adecuada de los riesgos y la implementación de medidas de seguridad son clave para respaldar la disponibilidad de la información. Lo anterior, con el propósito de obtener la información verificada y disponible puesto que protege los sistemas y redes que almacenan y transmiten los datos. Según la National Institute of Standards and Technology (NIST), la disponibilidad es uno de los tres componentes principales de la seguridad de la información, junto con la confidencialidad y la integridad (NIST, 2020). En este aspecto, la disponibilidad se define como "asegurar que los recursos de información y los servicios sean accesibles a los usuarios autorizados cuando lo necesiten" (NIST, 2020). Para avalar la disponibilidad, es importante proteger los sistemas y redes que almacenan y transmiten datos; esto incluye la implementación de medidas de seguridad como firewalls, antivirus y sistemas de detección de intrusiones.

Además, la gestión de identidades y accesos es una parte importante de la seguridad integral que afecta directamente la disponibilidad de la información. La gestión de identidades y accesos permite controlar quién puede acceder a los datos y cuándo. Según la International Organization for Standardization (ISO), la gestión de identidades y accesos es una parte significativa de la seguridad de la información que "asegura que solo se conceda acceso a la información y los sistemas de información a los usuarios autorizados" (ISO, 2020). La implementación de controles de acceso como autenticación de dos factores y autorización basada en roles puede ayudar a que solo las personas autorizadas tengan acceso a la información.

Asimismo, la protección de los sistemas y redes que almacenan y transmiten datos y la gestión de identidades y acceso, son elementos clave de seguridad que afectan directamente la disponibilidad de la información. Como señala la NIST, "la disponibilidad de la información es esencial para permitir que las organizaciones y las personas realicen sus misiones, objetivos y funciones" (NIST, 2020). Y para dar cuenta de esto, cabe señalar un informe del Ministerio de Defensa de Colombia, donde expresa que, los

delitos informáticos en el país han disminuido en los últimos años gracias a las medidas de seguridad implementadas (Ministerio de Defensa Nacional, 2018). Esto demuestra que la seguridad integral puede ser efectiva ante la disponibilidad de la información al protegerla de amenazas externas. Por lo tanto, al proteger los sistemas y redes que almacenan y transmiten datos, y al limitar el acceso solo a aquellos que tienen permiso para hacerlo, se puede asegurar que la información esté disponible cuando se necesite.

De este modo, Bedoya y Osorio (2019) destacan que la seguridad integral también incluye la formación y capacitación de los colaboradores en la organización para que estén preparados para actuar ante posibles amenazas y proteger la información que manejan. En este sentido, la formación en ciberseguridad es fundamental para que los colaboradores estén conscientes de los riesgos y sepan cómo actuar ante posibles incidentes. Según Pineda y Mejía (2020), la seguridad integral y la ciberseguridad se refiere a una estrategia que busca integrar diferentes medidas de seguridad en una organización para abordar los riesgos de manera integral y efectiva. De esta forma, se puede proteger los activos de la organización, incluyendo la información. Asimismo, implica la implementación de medidas preventivas y correctivas para minimizar los riesgos y aumentar la resiliencia ante posibles incidentes.

Además, la implementación de estas medidas no solo es necesaria en organizaciones privadas, sino que también es fundamental en el sector público. Según Rodríguez y Muñoz (2019), la seguridad integral en el sector público debe garantizar la protección de los datos personales y la información que maneja el Estado. En este sentido, se requiere la implementación de medidas preventivas y correctivas para minimizar los riesgos y evitar posibles incidentes que puedan afectar la seguridad de la información y la confianza de los ciudadanos.

De esta manera, la seguridad integral se ha convertido en una herramienta fundamental para la ciberseguridad, porque comprende una estrategia multidimensional que considera aspectos técnicos, humanos y organizativos para proteger los sistemas de información y las infraestructuras críticas del país. En este sentido, diversos autores han destacado la importancia de la seguridad integral en el contexto de la ciberseguridad colombiana.

Como lo expresa Jiménez y Pinzón (2018), la seguridad integral es un enfoque que aborda la ciberseguridad desde una perspectiva amplia y multidisciplinaria, que incluye aspectos técnicos, jurídicos, organizativos y humanos. Este enfoque es crucial para asegurar la protección de los sistemas de información y las infraestructuras críticas del país, que son cada vez más vulnerables a los ciberataques.

Por otro lado, Restrepo, Serna y Agudelo (2019) subrayan que la seguridad integral es una estrategia que busca proteger los sistemas de información de las organizaciones a través de una gestión de riesgos que considera no solo aspectos técnicos, sino también humanos y organizativos. Esta estrategia implica la adopción de medidas preventivas y reactivas que buscan minimizar los riesgos y los impactos de los ciberataques. Esto implica la necesidad de contar con políticas, procedimientos y controles de seguridad que consideren no solo la tecnología, sino también los aspectos humanos y organizativos.

Por consiguiente, la seguridad integral se ha convertido en una piedra angular de la ciberseguridad en Colombia, en tanto que permite abordar los riesgos y los impactos

de los ciberataques desde una perspectiva multidimensional que considera aspectos técnicos, humanos y organizativos. Es necesario que las organizaciones del país adopten esta estrategia como una herramienta fundamental para la protección de sus sistemas de información y las infraestructuras críticas.

## 5. Conclusiones

La ciberseguridad y la seguridad integral son dos conceptos interrelacionados y complementarios que deben abordarse de manera conjunta en el ámbito normativo y operativo para garantizar la protección de los activos informáticos y la continuidad del negocio en Colombia.

El marco normativo actual en Colombia, aunque ha avanzado en la regulación de la ciberseguridad y la seguridad de la información, aún presenta desafíos en términos de claridad, consistencia, aplicación y coordinación interinstitucional, lo que limita su efectividad y eficacia en la prevención y respuesta a los riesgos cibernéticos.

La implementación de un plan nacional de ciberseguridad en Colombia ha sido un paso importante hacia una gestión más estratégica y coordinada de los riesgos cibernéticos en el país, pero aún necesita ser fortalecido en términos de alcance, recursos, participación y evaluación para lograr una cultura de ciberseguridad sostenible y resiliente.

La seguridad integral, entendida como la gestión integrada de los riesgos físicos, tecnológicos y humanos en las organizaciones, puede complementar y potenciar la ciberseguridad al abordar las vulnerabilidades no técnicas y fomentar una cultura de seguridad más amplia y participativa en las empresas y la sociedad en general.

Se requiere una mayor atención y compromiso por parte de las autoridades, las empresas, los profesionales y los ciudadanos en Colombia para fortalecer la ciberseguridad y la seguridad integral como aspectos críticos del desarrollo económico, social y político del país en la era digital. Se sugiere promover una mayor capacitación y conciencia, una mayor colaboración público-privada, una mayor inversión e investigación en este campo.

## Referencias

Albright, J. (2018). Ciberespacio y seguridad global: retos y desafíos para el siglo XXI. Relaciones Internacionales, (37), 39-50. https://doi.org/10.15366/relacionesinternacionales2018.37.004

Carranza, M. (2016). El Sistema Internacional y las relaciones internacionales. Revista de relaciones internacionales, estrategia y seguridad, 11(1), 31-47. https://doi.org/10.18359/ries.2102

Mozaffari, M., & Carver, J. (2018). Ciberseguridad: amenazas y desafíos. Revista de seguridad informática, 1(1), 41-56. https://doi.org/10.36667/revistaseguridadinformatica.v1i1.73

Rajabion, L. (2020). An overview of cyber attacks. Journal of Cybersecurity, 6(1), 60-75. https://doi.org/10.1093/cybsec/tyaa004

González, R., & Sánchez, C. (2018). Seguridad integral en las fuerzas militares: una revisión conceptual. Revista de Seguridad y Defensa, 1(2), 99-110. https://doi.org/10.25043/2510-4148/revsegdef/2018v1n2/33

Giraldo, A. M., & Bello, J. C. (2021). Análisis de la ciberseguridad en Colombia: Retos y desafíos en la protección de los datos personales. Revista Científica de Administración, Finanzas e Informática, 6(1), 65-78.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2021). Plan Nacional de Ciberseguridad. https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Tecnologias-de-la-Informacion-y-la-Comunicacion/Documentos/Plan-Nacional-de-Ciberseguridad

García, A., Medina, J. C., & Gómez, J. (2020). Ciberseguridad en Colombia: Análisis y perspectivas. Revista Científica de Administración, Finanzas e Informática, 7(1), 1-11.

Universidad Nacional de Colombia. (2020). Análisis del Plan Nacional de Ciberseguridad de Colombia: Análisis y propuestas. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia. http://bdigital.unal.edu.co/77805/

Universidad del Rosario. (2019). Ciberseguridad en Colombia: Una responsabilidad compartida. Revista de Derecho, (51), 119-132.

Plan Nacional de Ciberseguridad. Recuperado el 08 de abril de 2023, de https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de Prensa/Noticias/141458:MinTIC-presenta-Plan-Nacional-de-Ciberseguridad-para-proteger-la-informacion-en-Colombia

Bedoya, M., & Osorio, J. (2019). Seguridad integral en la gestión de la información en Colombia. Scientia et Technica, 24(3), 1-11.

Pineda, J., & Mejía, J. (2020). La seguridad integral como herramienta para la protección de la información. Revista de Investigación Académica, 24(2), 1-12.

Rodríguez, E., & Muñoz, J. (2019). Seguridad integral de la información en el sector público. Cuadernos de Administración, 35(64), 163-178.

Arévalo, R., Llano, F., & Camargo, L. (2021). Propuesta de un marco de seguridad integral para la gestión de la ciberseguridad en Colombia. Revista Espacios, 42(18), 13.

Lozano, J. A., & Rodríguez, E. A. (2020). Ciberseguridad y gestión de la continuidad del negocio: un enfoque integral. Revista Nova Scientia, 12(24), 25-47.

Ciberseguridad: una mirada a los métodos y estrategias de anticipación al avance del cibercrimen en Colombia y la región. ("Ciberseguridad: una mirada a los métodos y estrategias ... - ResearchGate") En P. A. Sierra-Zamora, T. L. Fonseca-Ortiz, & F. Coronado-Camero (Eds.), De los delitos transnacionales, las Fuerzas Armadas y el tratamiento jurídico de la seguridad y defensa nacionales (pp. 137-155). ("Manuel Bermúdez-Tapia (Profesor UNMSM)") Sello Editorial ESDEG.

Caamaño Fernández, E. E., & Gil Herrera, R. D. (2020). Prevención de riesgos por ciberseguridad desde la auditoria forense: conjugando el talento humano organizacional . NOVUM, revista de Ciencias Sociales Apliacadas, I(10), 61-80.

PLAN ESTRATÉGICO TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES 2019-2022 FAC. (2020). Bogotá D.C: Fuerza Aérea Colombiana. Bogotá D.C: Fuerza Aérea Colombiana.

International Organization for Standardization (ISO). (2020). ISO/IEC 27002:2013 Information technology -- Security techniques -- Code of practice for information security controls. Recuperado el 12 de abril de 2023, de https://www.iso.org/standard/54534.html

National Institute of Standards and Technology (NIST). (2020). NIST Special Publication 800-53 Revision 5: Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations. Recuperado el 12 de abril de 2023, de https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-53/rev-5/final

Ministerio de Defensa Nacional. (2018). Delitos informáticos en Colombia, situación y desafíos. Recuperado el 12 de abril de 2023, de https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/Documentos/estudios-sectoriales/delitos-informaticos-colombia.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2022). Directiva No. 01 de 2022: Directrices para la implementación de la seguridad digital en las entidades que conforman la administración pública [PDF]. MinTIC. https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-129077_directiva_01_2022.pdf

Departamento Administrativo de la Función Pública. (2022). Decreto 338 de 2022. Recuperado de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=181866

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

Recebido/Submission: 12/05/2023
Aceitação/Acceptance: 21/07/2023

# Detecção de ataque DoS utilizando NSL-KDD e abordagens de aprendizado de máquinas

Felipe Barreto de Oliveira[1], Luiz Augusto dos Santos Pires[1], Fábio Lúcio Lopes de Mendonça[1], Robson de Oliveira Albuquerque[1], Georges Daniel Amvame Nze[1]

**felipebarreto2@gmail.com; luiz.pires11@gmail.com; fabio.mendonca@redes.unb.br; robson@redes.unb.br; georges@unb.br.**

[1] Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Elétrica – PPEE - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Brasília, Brasil - Zipcode 70910-900

**Pages: 32-45**

**Resumo:** O crescimento da dependência às tecnologias atuais é um fator inegável na nossa sociedade. Por um lado, estas tecnologias proporcionam muitas facilidades, melhorando as nossas vidas. Por outro lado, esta dependência pode ser um fator determinante para o aumento dos ataques cibernéticos, proporcionando uma vulnerabilidade de dados e o aumento da sofisticação das explorações, gerando, assim, uma grande preocupação com os dados hackeados e violados. O Network IDS (NIDS) é um dos tipos de IDS mais utilizados atualmente, porque tem a característica de verificar o comportamento de uma rede. Este documento propõe um NIDS para os ataques DoS, onde serão detectados, identificados, e classificados, seguindo a presente literatura. O resultado experimental com o conjunto de dados NSL-KDD mostra a eficiência da nossa proposta, com 0,9237 de acurácia, 0,9268 de precisão, 0,9171 de recall, e 0,9217 F1-score, usando apenas 15 features.

**Palavras-chave:** NIDS; Ataques DoS; Aprendizado de Máquina; Random Forest; NSL-KDD; Seleção de Features; Information gain.

## *DoS Attack Detection using NSL-KDD and Machine Learning Approaches*

***Abstract:*** The growth of our dependence on current technologies is an undeniable fact in our society. On the one hand, these technologies provide many facilities, improving our lives. On the other hand, this dependence can be a determining fact for the increase in cyber attacks, providing a lack of data protection and the increase in the sophistication of exploits, generating a great concern with hacked and breached data. The Network IDS (NIDS) is one of the most widely used types of IDS today because it has the characteristic of checking the behavior of a network. This paper proposes a NIDS for the DoS attacks, where they will be detected, identified, and classified, following the present literature. The experimental result with the NSL-KDD dataset shows our proposal's efficiency, with 0.9237 accuracy, 0.9268 precision, 0.9171 recall, and 0.9217 F1-score, just using 15 features.

***Keywords:*** Network intrusion detection system; DoS attack; Machine Learning; Random forest; NSL-KDD; Features selection; Information gain.

## 1. Introdução

Há décadas, a sociedade vem vivenciando grandes avanços tecnológicos, desde inovações na forma de comunicação pessoal, há redes distribuídas e não centralizadas de informações como a internet. Estes avanços proporcionaram muitas vantagens a diversos setores mundiais, nas quais incorporaram estas tecnologias para aprimorar seus sistemas pelo mundo. Com este aumento em inovações tecnológicas, surgiram-se diversos desafios, sendo os mais críticos aqueles que se referem à segurança, pois a falta de proteção de dados e o aumento na sofisticação de explorações levaram a uma grande preocupação com dados hackeados e violados, obrigando as empresas a possuírem operações diárias de cibersegurança. Segundo a pesquisa (Check Point, 2022), os ataques globais aumentaram cerca de 28% no terceiro semestre do ano de 2022, quando comparado com o mesmo período do ano de 2021. Além disso, a média de ataques semanais por organização em todo o mundo atingiu mais de 1.130 ataques, proporcionando, assim, um aumento no número de ataques em todos os setores mundiais. Ainda segundo a pesquisa (Check Point, 2022), os setores que mais aumentaram a média de ataques semanais foram os relacionados a governo/militares e educação/pesquisa, onde observou-se o aumento de cerca de 20% e 18%, respectivamente. Já segundo a pesquisa do Cybersecurity Ventures (Sausalito, 2016), é esperado que os gastos com cybercrime, só nos Estados Unidos, alcancem cerca de 10.5 trilhões de dólares em 2025.

Dentro os diversos ataques hoje existentes, podemos citar o DoS/DDoS, no qual segundo (Zargar et al, 2013, pp. 2046–2069), pode ser definido como o intento de impedir o acesso de utilizadores legítimos a um recurso específico da rede, no qual têm sido conhecidos pela rede de comunidade de investigação desde o início da década de 1980. De acordo com (Shurman et al, 2020, pp. 655-661), muitos destes são baseados em ataques de objetivos pessoais ou em nome de outras entidades maliciosas que visem perturbar os serviços de empresas ou pessoas específicas em troca de uma quantia de dinheiro através da execução de um DoS/DDoS. Dessa forma, conforme a pesquisa apresentada pela CloudFlare (Yoachimik, 2022), só no segundo trimestre de 2022 houve um aumento de 109% de ataques DoS/DDoS no mundo, quando comparado com o mesmo período do ano de 2021, sendo que as indústrias mais afetadas foram as de telecomunicações, gamers e serviços. O país que mais sofreu com este tipo de ataque foi os Estados Unidos, seguido por China, Singapura e Alemanha.

A detecção de intrusão por meio de monitoramento é uma técnica bem difundida em sistemas tradicionais, onde apresenta-se como peça importante no gerenciamento de redes de um sistema. Um dos componentes mais utilizados para este fim é o IDS (Intrusion Detection System), onde, conforme descrito por (Rebello et al, 2016), monitora redes e/ou hosts na busca de eventos que possam violar as regras de segurança estabelecidas para esta rede analisada. Dessa forma, o IDS coleta dados e comportamentos dos usuários presentes, de modo a identificar atividades que estejam fora do padrão previamente estabelecido.

Nesse artigo, nós propomos um NIDS, baseado em anomalia, para a detecção de intrusão de ataques DoS, utilizando técnicas de aprendizado de máquina para a identificação

e classificação dos dados. Os nossos objetivos incluem 1. Identificar quais são as características dos ataques DoS; 2. Encontrar as melhores features para a classificação de ataques DoS, presentes no dataset NSL-KDD; 3. Encontrar o modelo de aprendizado de máquina como melhores métricas para o sistema; 4. Comparar aplicação desenvolvida com as já existentes utilizando diversas métricas, proporcionando generalidades.

### 1.1. Contribuições Principais

Nossas contribuições neste trabalho incluem:

1. A redução de 41 para 15 features do dataset NSL-KDD para detecção de ataques DoS, através do método information Gain, mantendo os valores similares nas principais métricas da literatura.
2. A apresentação dos melhores valores para cada hiperparâmetro envolvido no treinamento do método Random Forest para o dataset NSL-KDD, gerados através da ferramenta Optuna (com as 15 features selecionadas).
3. Valores expressivos de acurácia e F1-Score, quando comparados com trabalhos anteriores, no reconhecimento de ataques DoS no dataset de teste do NSL-KDD, utilizando o método Random Forest com o XGBClassifier.

## 2. Estado da Arte

A utilização de IDS em redes convencionais é algo bem consolidado na topologia básica de qualquer empresa do mercado atual. Com o avanço da tecnologia, observou-se um grande surgimento de trabalhos que utilizam técnicas de aprendizado de máquina para detecção de ataques DoS/DDoS (detecção por anomalia) em diversos cenários distintos. Esta seção apresenta alguns trabalhos presentes na literatura sobre este tópico.

### 2.1. IDS para Ataque DoS/DDoS

No trabalho de (Ugwu et al, 2021, pp. 23-25), foi apresentado um sistema de detecção de intrusão focado em reconhecimento de ataques DDoS. Para isso, foi proposta uma solução utilizando os métodos de Long Short Term Memory (LSTM) e Singular Value Decomposition (SVD) (esta última para extração de features). Para o treinamento do modelo, foram utilizados dois datasets o UNSW-NB15 e o NSL-KDD. Como resultado, o sistema criado foi testado nos arquivos de teste de ambos os dataset, no qual geraram uma acurácia de 0,91, um recall de 0,82 e um F1-Score de 0,88 no NSL-KDD, já no UNSW-NB15 o sistema obteve melhores resultados, gerando uma acurácia de 0,94, um recall de 0,80 e um F1-Score de 0,83.

Já (Latah & Token, 2020, pp. 125-127) propõe uma abordagem de detecção de intrusão híbrida em redes SDN para a detecção de ataques DoS. O trabalho consiste em duas fases, em que a primeira fase é a detecção de intrusão baseada em fluxo na abordagem KNN, e a segunda fase é a detecção de intrusão baseada em pacotes com base em redes neurais. Ambas as fases utilizaram o conjunto de dados NSL-KDD para treinar e testar os modelos, no qual apresentou uma acurácia de 0,91, uma precisão de 0,99, além de um recall de 0,74 e um F1-score de 0,85.

### 2.2. IDS baseado em Classificação Multiclasses utilizando o NSL-KDD

Em seu trabalho (Yin et al, 2017, pp. 21954–21961), apresenta um sistema de detecção de intrusão utilizando técnicas de deep learning. Dessa forma, foi desenvolvido uma solução baseada em Recurrent Neural Networks (RNN-IDS). Com isso, segundo os autores suas contribuições gerais são: apresentar um modelo e uma implementação de RNN para IDS, executando testes em cenários de classificação binária e multiclasses; Executar testes com os métodos de aprendizado de máquina comuns; Comparar o desempenho nos dois cenários com os métodos tradicionais de aprendizado de máquina. Para isso, foi utilizado o dataset NSL-KDD para treino (arquivo KDD-Train+), além do arquivo KDD-Test+ para os testes de desempenho do sistema. No treinamento o sistema obteve 99,81% de acurácia utilizando cross-validation no arquivo de treino. No arquivo de teste (KDD-Test+) o sistema obteve 83,28% de acurácia no cenário de classificação binária e 81,29% de acurácia no cenário de classificação multiclasses.

O trabalho de (Vinayakumar et al, 2019, pp. 41525–41550) apresenta um sistema de detecção de intrusão baseado em deep learning, demonstrando os melhores valores de parâmetros para este método. Dessa forma, foram testados diversos parâmetros, de modo a obter os melhores valores de métricas para este tipo de sistema, quando utilizado deep neural network (DNN). Para testes, foram utilizados os seis datasets mais prestigiados pela literatura, são eles: KDDCup 99, NSL-KDD, UNSW-NB15, WSN-DS, CICIDS 2017 e Kyoto. Todos estes testes foram executados em dois cenários distintos, classificação binária e classificação multiclasses. Todos os resultados foram comparados com os métodos de aprendizado de máquina tradicionais, sendo que na maioria deles a solução proposta apresentou uma ligeira vantagem.

### 2.3. Lacunas exploradas na literatura

Apesar das propostas apresentadas por (Ugwu et al, 2021, pp. 23-25), (Latah & Token, 2020, pp. 125-127), (Yin et al, 2017, pp. 21954–21961) e (Vinayakumar et al, 2019, pp. 41525–41550) utilizarem técnicas de aprendizado de máquinas, nenhum deles apresentam métodos para a redução de features, diminuindo, assim, a capacidade de generalização de seus modelos. Vale ressaltar também que nenhum desses trabalhos utilizam-se de ferramentas apropriadas para a seleção de hiperparâmetros, além de não apresentarem os valores das principais métricas dos respectivos modelos para diferentes quantidades de features.

## 3. Modelo Proposto

A arquitetura do NIDS proposto é apresentada na Figura 1, na qual é subdividida em três módulos centrais, são eles: *Data pre-processing*, *Data filtering* e *Data classification*. O primeiro deles é responsável pelo pré-processamento dos dados, onde estes são ordenados e devidamente adequados. O segundo, filtra os dados pré-processados no módulo anterior, de modo a otimizar os dados, utilizando, assim, apenas as informações devidamente necessárias. Por fim, o terceiro módulo é responsável por classificar os dados, através do método de aprendizado de máquina treinado. Cada um destes módulos apresentados será explanado com mais detalhes nas seções ao longo do trabalho.

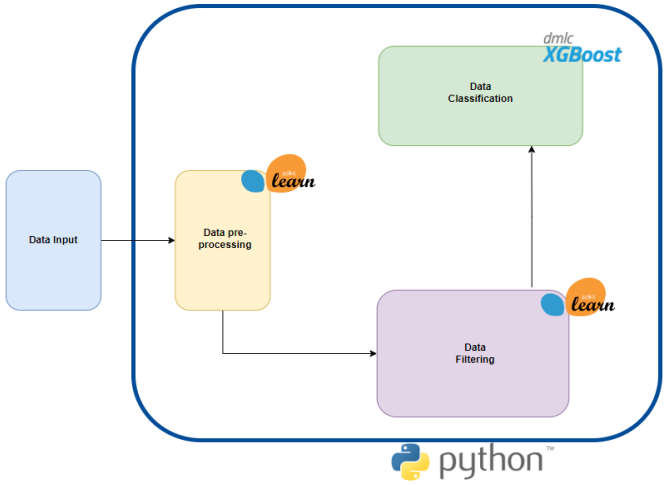



Figura 1 – Arquitetura Proposta

### 3.1. Descrição do Dataset Utilizado

O NSL-KDD (Tavallaee et al, 2009, pp. 1-6) é um dataset criado em 2009, onde é utilizado para a detecção de ataques por anomalias, no qual, consiste em um update da versão KDD cup99, visto que resolve alguns problemas existente na versão anterior. Como é possível observar na Figura 2, o dataset possui 41 features para auxiliar na decisão entre tráfego normal ou tráfego com potencial ataque.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Category I | duration (0–to–54451) | protocol type (1, 2, 3) | service (1–to–70) | src_bytes (0–to–1379963888) | dst_bytes (0–to–309937401) |
| | Flag (1–to–11) | Land (0, 1) | wrong_fragment (0, 1, 3) | Urgent (0–to–3) | |
| Category II | Hot (0–to–101) | num_failed_logins (0–to–4) | logged_in (0,1) | num_compromised (0–to–7479) | root_shell (0, 1) |
| | su_attempted (0, 1) | num_root (0–to–7468) | num_file_creations (0–to–100) | num_shells (0–2) | num_access_files (0–9) |
| | is_guest_login (0, 1) | is_hot_logins (0, 1) | | num_outbound_cmds (0) | |
| Category III | Count (0–511) | srv_count (0–511) | serror_rate (0–to–1) | srv_serror_rate (0–to–1) | rerror_rate (0–to–1) |
| | srv_rerror_rate (0–to–1) | same_srv_rate (0–to–1) | diff_srv_rate (0–to–1) | srv_diff_host_rate (0–to–1) | |
| Category IV | dst_host_count (0–to–255) | dst_host_srv_count (0–to–255) | dst_host_same_srv_rate (0–to–1) | dst_host_diff_srv_rate (0–to–1) | dst_host_same_src_port_rate (0–to–1) |
| | dst_host_srv_diff_host_rate (0–to–1) | dst_host_serror_rate (0–to–1) | dst_host_srv_serror_rate (0–to–1) | dst_host_rerror_rate (0–to–1) | dst_host_srv_rerror_rate (0–to–1) |
| | class_label (0–to–1) | | | | |

Figura 2 – Features presentes no dataset NSL-KDD (Ahmad & Shah, 2021, pp. 13 -28)

Dentre as 41 features presentes no dataset, existe uma especial chamada flags, no qual, possui onze possibilidades de ocorrência. Os seus ataques são classificados em quatro tipos de categorias, são elas: *Denial of service, Surveillance and other probing attacks, Unauthorized access to local superusers, Unauthorized access from a remote machine*.

O dataset conta com mais de 125 mil exemplos para treino, onde 53,46% são tráfegos normais e 43,07% são tráfegos de ataques. Vale a pena ressaltar que, só os ataques de DoS somam cerca de 36,46% dos dados do dataset. Atualmente, o NSL-KDD se tornou uma das referências de dataset na área de detecção de ataques por anomalia, haja visto que é utilizado como um dos datasets de avaliação de métricas, de modo a comparar cada solução proposta na literatura. É importante frisar que este trabalho foca em detectar apenas ataques Denial of Service (DoS), sendo, assim, a Tabela 1 mostra a quantidade de samples presentes no arquivo de treino e no arquivo de teste para os principais ataques DoS.

### 3.2. Data pre-processing

O data pre-processing foi implementado para ser a primeira etapa de adequação de dados. Dessa forma, foi executada uma análise inicial dos dados de entrada recebidos, transformando todos eles em variáveis numéricas, de modo a facilitar a classificação de dados. Para isso foi utilizado a técnica de *one-hot-enconding* (presente no scikit learn), na qual subdivide as variáveis de texto em sub-variáveis binárias, onde em cada ocorrência de um determinado texto é empregado o valor "1" se for idêntico e "0" caso contrário. Esta técnica é muito utilizada em ETL, para a transformações de dados categóricos em valores numéricos.

| Ataques | Amostras para Treinamento | Amostras para Testes |
|---|---|---|
| *Neptune* | 41,214 | 4,657 |
| *Smurf* | 2,646 | 665 |
| *Back* | 956 | 359 |
| *Teardrop* | 892 | 12 |
| *PoD* | 201 | 41 |
| *Land* | 18 | 7 |
| *Apache2* | 0 | 737 |
| *Mailbomb* | 0 | 293 |
| *Processtable* | 0 | 685 |
| *UDPstorm* | 0 | 2 |

Tabela 1 – Detalhamento dos Ataques DoS presentes no dataset NSL-KDD

### 3.3. Data Filtering

Para a otimização dos dados, foi utilizado a redução de features, onde o intuito é diminuir o número de features sem que haja uma perda considerada na classificação de dados, obtendo, assim, ganhos em armazenamento de dados e tempo de processamento. Para isso, foi utilizado métodos de seleção de *features* aplicados no dataset utilizado

para o treino do modelo. Desta forma, cada dado de entrada recebido será filtrado, permanecendo, assim, apenas os dados das *features* previamente selecionadas.

### *3.3.1. Escolha das Features*

Como já apresentado, o NSL-KDD possui 41 features necessárias para a predição de ataques. Pensando em reduzir este número (obtendo a mínima perda de desempenho), foi aplicada o método de *information gain* (presente no scikit learn), no qual utiliza-se de artifícios matemáticos para apresentar a quantidade de informação presente em uma variável aleatória. Existem diversos métodos atualmente para a execução de features selection, onde os principais são: *Correlation Feature Selection* e *Information Gain*. O método information gain foi o que se saiu melhor nos testes executados. A Figura 3 mostra como o método de *information gain* foi implementado. Podemos observar que a implementação consiste em executar o método de *information gain* em cada *feature* com respeito ao *classification label*, onde no final é ordenado todos os valores resultantes em ordem decrescente, obtendo, assim, a lista das melhores *features* para o modelo a ser treinado.

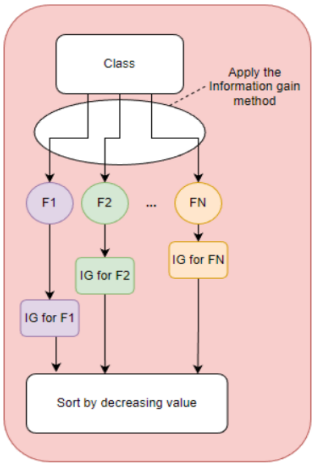



Figura 3 – Implementação do Método *Information Gain*

## 3.4. Data Classification

Nessa seção é apresentada a metodologia para a classificação dos dados, onde o método escolhido para o reconhecimento de ataques foi a detecção por anomalias, utilizando-se da técnica de aprendizado de máquina para tal situação. Dessa forma, tornou-se necessário a definição e o treinamento de um modelo, de modo a apresentar bons resultados na detecção de ataques DoS.

### *3.4.1. Modelo Treinado*

Conforme apresentado na literatura (Ahmad & Shah, 2021, pp. 13 -28) (Latah & Token, 2018, pp. 1-8), métodos de aprendizado de máquina que utilizam árvores de decisão são

os que obtiveram melhores resultados nas principais métricas no treino e teste com o NSL-KDD. Desta forma, foi escolhido o uso do método Random Forest, pois apresenta-se como uma das melhores opções quando utilizamos a árvore de decisão. O método Random Forest combina diversas árvores de decisão simultâneas, gerando uma floresta de decisão, assim, no final há uma votação pela maioria para decidir o resultado da predição.

Para o treinamento do modelo, foi utilizada a biblioteca XGBClassifier (eXtreme Gradient Boosting Classifier), onde utiliza um algoritmo de boosting baseado em árvores de decisão, sendo uma classe compatível com a API scikit-learn para classificação, disponível para Python. O XGBoost aplica técnicas de regularização para reduzir o overfitting. Esta ferramenta é utilizada para treinar árvores de decisão com o auxílio do gradient-boosted.

A diferença do treinamento com XGBClassifier para uma biblioteca de treino de Random Forest convencional, segundo a documentação oficial, é apenas no modo em como será treinada. Portanto, é comum utilizarmos esse método para o treinamento de Random Forest em grande escala no Python, dado a sua velocidade e precisão (na documentação oficial é apresentado como utilizar XGBClassifier para Random Forests).

Uma das partes mais importantes do treinamento é a definição dos hiperparâmetros dos métodos de aprendizado de máquina, pois, alterações em cada um deles, pode gerar diferenças significativas na qualidade do modelo, ou seja, com pequenas alterações é possível aumentar ou diminuir o erro médio do método utilizado. Dada a sua grande importância, torna-se necessário gerar um estudo dos melhores valores para cada hiperparâmetro envolvido. Para isso, foi utilizado uma ferramenta chamada Optuna, a qual gera estudos através de testes, de modo a indicar os melhores valores para cada hiperparâmetro.

Para o funcionamento geral do Optuna é necessário definir, inicialmente, a quantidade de estudos desejada e qual será a direção da escolha (redução ou maximização), o range dos hiperparâmetros a serem testados, além de apontar a função de teste disponibilizada pelo método utilizado, na qual será testada diversas vezes o resultado no conjunto de validação, variando os hiperparâmetros. Cada teste é chamado de *Worker* sendo salvo seu resultado. No final de todos os estudos será apontado os valores dos hiperparâmetros que melhor se adequam na direção escolhida.

Dado o que foi apresentado, foi utilizado a ferramenta Optuna na direção de minimizar o *Mean Square Error*, utilizando 50 estudos para a definição dos hiperparâmetros. Os ranges selecionados dos hiperparâmetros são apresentados a seguir.

- ***learning_rate:*** *Start value: 1 * 10–2 -> End value: 0.25.*
- ***reg_lambda:*** *Start value: 1 * 10–8 -> End value: 100.*
- ***reg_alpha:*** *Start value: 1 * 10–8 -> End value: 100.*
- ***subsample:*** *Start value: 0.1 -> End value: 1.*
- ***colsample_bytree:*** *Start value: 0.1 -> End value: 1.*
- ***max_depth:*** *Start value: 1 -> End value: 7.*

Desta forma, foi apresentado pelo Optuna os melhores valores para cada hiperparâmetro envolvido no método de treinamento. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 2.

Com isso, foi treinado o modelo utilizado com o dataset de treino do NSL-KDD (KDD-Train+), onde 80% desses dados foi disposto para o treino e 20% para validação, levando em consideração as alterações descritas anteriormente para a detecção exclusiva de ataques DoS.

| Hiperparâmetro | Valor |
|---|---|
| *n_estimators* | 7000 |
| *learning_rate* | 0.08594304864323182 |
| *reg_lambda* | 1.373517103884677e-08 |
| *reg_alpha* | 2.039560207296157 |
| *Subsample* | 0.2576344301477018 |
| *colsample_bytree* | 0.8636146695802713 |
| *max_depth* | 4 |

Tabela 2 – Hiperparâmetros Utilizados

## 4. Experimentos, Resultados e Discussões

Esta seção apresenta os experimentos executados como forma de validação do sistema, bem como os seus resultados envolvidos. Os resultados são baseados nas métricas mais utilizadas na literatura, sendo estes apresentados em forma de tabelas, gráficos ou figuras.

### 4.1. Seleção de features

Para selecionar a quantidade de *features* necessárias para o treinamento do modelo, foi verificado o desempenho do NSL-KDD com as *features* selecionadas pelo método de *information gain*, onde inicialmente foi definido que seriam obtidos os resultados para 41 (todas), 20, 15 e 10 *features*, sendo cada uma das *features* escolhidas pelo método proposto. Após a seleção das *features*, foi executado o treinamento do modelo em cada situação, onde a ferramenta Optuna indicou os melhores hiperparâmetros para cada caso específico. Por fim, foram aplicados os testes e obtidos os resultados das métricas selecionadas. Primeiramente, foram executados o treinamento e os testes com todas as features presentes no dataset para a detecção de ataques DoS, onde foram obtidos 0,9370 de acurácia, 0,9386 de precisão, 0,9370 recall e 0,9358 de F1-Score.

O segundo passo foi treinar o modelo e executar os testes nas três situações possíveis (com 20, 15 e 10 features), utilizando como método de seleção de *features information gain*, onde os resultados são apresentados na Tabela 3.

Dessa forma, podemos observar que a utilização das 15 melhores *features* selecionadas pelo modelo se mostrou a melhor opção, pois apresentou resultados coerentes em todas as métricas, obtendo o benefício de diminuir 26 features do dataset no funcionamento do sistema. A Tabela 4 mostra as 15 melhores *features* selecionadas pelo método *information gain* e utilizadas para o treinamento do modelo proposto.

| | Acurácia | Precisão | Recall | F1-Score |
|---|---|---|---|---|
| *20 Features* | 0,9170 | 0,9209 | 0,9171 | 0,9146 |
| *15 Features* | 0,9237 | 0,9268 | 0,9237 | 0,9217 |
| *10 Features* | 0,8908 | 0,8953 | 0,8908 | 0,8867 |

Tabela 3 – Resultado usando o método *information gain*

| Features Selecionadas | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *src_bytes* | *dst_bytes* | *logged_in* | *count* | *serror_rate* |
| *same_srv_rate* | *diff_srv_ rate* | *dst_host_srv_ count* | *dst_host_same_srv_ rate* | *dst_host_diff_srv_ rate* |
| *dst_host_srv_serror_ rate* | *So* | *S1* | *srv_serror_rate* | *dst_host_serror_ rate* |

Tabela 4 – As 15 melhores features no NSL-KDD

## 4.2. Resultados do experimento com o arquivo KDD-Test+

Para a ratificação do NIDS criado, julgou-se importante verificar o desempenho do sistema desenvolvido no arquivo de teste do NSL-KDD. Com o intuito de validar os resultados obtidos, foram escolhidos os trabalhos, julgados mais relevantes, presentes na literatura, para a validação e comparação dos resultados encontrados. A Tabela 5 apresenta as características de cada um dos trabalhos que serão comparados com o sistema proposto.

| | Características de Streaming | Taxonomia de Detecção por anomalia | Taxonomia de Cibersegurança | Datasets Analisados | Tipos de Ataques Analisados |
|---|---|---|---|---|---|
| *(Latah & Token, 2020, pp. 125-127)* | *Processamento em Batch* | PCA, Supervisionado, KDD, ANN | Taxonomia IDS (Informação da fonte, método de detecção, validação) | NSL-KDD | Ataque DoS |
| *(Yin et al, 2017, pp. 21954–21961)* | *Processamento em Batch* | Seleção de Features, RNN-IDS | Taxonomia IDS (Informação da fonte, método de detecção, validação) | NSL-KDD | Todas as classes de ataques ao longo do dataset, testando-as separadamente |
| *(Ugwu et al, 2021, pp. 23-25)* | *Processamento em Batch* | Seleção de Features, LSTM com SVD | Taxonomia IDS (Método de detecção, arquitetura, validação) | NSL-KDD e UNSW-NB15 | Ataque DDoS |

| | Características de Streaming | Taxonomia de Detecção por anomalia | Taxonomia de Cibersegurança | Datasets Analisados | Tipos de Ataques Analisados |
|---|---|---|---|---|---|
| *(Vinayakumar et al, 2019, pp. 41525–41550)}* | Dinâmica e em Tempo Real | Supervisionado, DNN, Tráfego de rede e eventos a nível de host | Taxonomia IDS (Informação da fonte, método de detecção, arquitetura, validação) | KDDCup 99, NSL-KDD, UNSW-NB15, WSN-DS, CICIDS 2017 and Kyoto | Todas as classes de ataques ao longo do dataset, testando-as separadamente |
| *(Imamverdiyev & Abdullayeva, 2018, pp. 159-169)* | *Dinâmica e em Tempo Real* | Supervisionado, DNN | Taxonomia IDS (Informação da fonte, método de detecção, arquitetura, validação) | NSL-KDD | Ataque DDoS |

Tabela 5 – Comparação entre os trabalhos correlatos

Podemos observar que, todos os trabalhos apresentados analisam o dataset NSL-KDD, além de possuírem os resultados para a classificação de ataques DoS em seus sistemas. Diante disso, foi executado o teste com o arquivo de teste do NSL-KDD (KDD-Test+) no sistema criado, para a verificação das métricas de acurácia, precisão, recall e F1-Score.

Dessa forma, a Tabela 6 mostra a comparação das principais métricas utilizadas, apresentando, assim, os valores absolutos, com duas casas decimais, de cada um dos trabalhos comparados.

### *4.2.1. Discussão dos Resultados*

Sobre os resultados alcançados, podemos observar que o NIDS desenvolvido liderou duas das quatro métricas utilizadas na comparação, perdendo apenas nas métricas de precisão e recall, sendo, assim, a solução mais equilibrada entre as comparadas.

| | Acurácia | Precisão | Recall | F1-Score |
|---|---|---|---|---|
| *(Latah & Token, 2020, pp. 125-127)* | *0,91* | **0,99** | 0,74 | 0,85 |
| *(Yin et al, 2017, pp. 21954–21961)* | - | - | 0,84 | - |
| *(Ugwu et al, 2021, pp. 23-25)* | *0,91* | 0,82 | **0,96** | 0,88 |
| *(Vinayakumar et al, 2019, pp. 41525–41550)* | ***0,92*** | - | 0,80 | - |
| *(Imamverdiyev & Abdullayeva, 2018, pp. 159-169)* | *0,73* | 0,62 | 0,95 | 0,75 |
| *Arquitetura Proposta* | ***0,92*** | 0,93 | 0,92 | **0,92** |

Tabela 6 – Comparação de resultados (com duas casas decimais)

O trabalho que mais se aproximou dos resultados apresentados pelo sistema criado foi o do (Ugwu et al, 2021, pp. 23-25), onde na métrica de acurácia teve um resultado bem próximo dos líderes, no recall liderou com certa vantagem, e na precisão e no F1-Score obteve valores consideráveis. É importante frisar que, a solução de (Ugwu et al, 2021, pp. 23-25) foi projetada para manter alta taxa de detecção (recall), que no fim gerou baixas taxas de precisão, diminuindo, assim, a métrica de F1-Score. Similarmente, o trabalho do (Latah & Token, 2020, pp. 125-127) foi focado em diminuir a taxa de falsos positivos, onde traduziu-se em um alto resultado da métrica de precisão (alcançou 0,99 em precisão), mas o aumento forçado dessa métrica pode custar uma diminuição no recall, algo que ocorreu neste sistema, fazendo com que na média harmônica entre a precisão e o recall (F1-Score) gerasse um valor relativamente inferior ao sistema desenvolvido. Portanto, podemos confirmar que o sistema apresentado é o mais robusto entre os trabalhos que foram comparados, quando utilizado o arquivo de teste do NSL-KDD (KDD-Test+) para a comparação entre os sistemas.

## 5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este documento apresenta um sistema de detecção de intrusão de ataques DoS, utilizando técnicas de aprendizado de máquina. Para esta proposta, separamos o seu desenvolvimento em três módulos distintos. O primeiro módulo é responsável por executar o pré-processamento dos dados de entrada, sendo aplicadas algumas etapas para a organização dos dados. O segundo filtra os dados recebidos, preparando-os para representar as features selecionadas do dataset (foi executado um processo de seleção das melhores features do dataset para o reconhecimento de ataques DoS, utilizando o método de *information gain*). O terceiro módulo é responsável pela classificação dos dados em possíveis ou não possíveis ataques DoS, através do modelo treinado, segundo as features selecionadas e os hiperparâmetros escolhidos pelo estudo criado no Optuna.

De modo a validar o sistema, foi verificado o desempenho do NIDS desenvolvido no arquivo de teste do dataset NSL-KDD (KDD-Test+), comparando os resultados obtidos com os presentes na literatura, onde foram alcançados os valores de 0,9237 de acurácia, 0,9268 de precisão, 0,9171 de recall e 0,9217 de F1-Score, sendo o sistema mais robusto entre os trabalhos que foram comparados na literatura.

### 5.1. Trabalhos Futuros

Durante o processo foram identificadas algumas limitações na solução proposta, nas quais podem ser exploradas em trabalhos futuros. A primeira delas é a adequação do NIDS criado para um funcionamento contínuo e automático em near real-time, coletando os pacotes que circundam a rede, analisando-os e gerando alarmes de possíveis ataques. A segunda é uma possível utilização de um sistema de detecção de intrusão híbrido, ou seja, não apenas detecção por anomalia, mas a junção de detecção por anomalia com detecção por assinaturas de ataques. A Terceira, e última, é relacionada com o número limitado de classe de ataque, podendo ser mais diversificado.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio técnico e computacional do Laboratório de Tecnologias para Tomada de Decisão - LATITUDE, da Universidade de Brasília, que conta com apoio do CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa (Outorgas 312180/2019-5 PQ-2 e 465741/2014-2 INCT em Cibersegurança), da Advocacia Geral da União (Outorga AGU 697.935/2019), da Procuradoria Geral da Fazenda Nacional (Outorga PGFN 23106.148934/2019-67), da Polícia Federal (Outorga PF 03/2020), do Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, na área de concentração: Segurança Cibernética – 1ª Turma para Profissionais do Setor de Inteligência (Outorga ABIN 01/2019) ao Decanatos de Pesquisa e Inovação e de Pós-Graduação da Universidade de Brasília (Outorga 7129 FUB/EMENDA/DPI/COPEI/AMORIS) e do Projeto SISTER City –Sistemas Inteligentes Seguros e em Tempo Efetivo Real para Cidades Inteligentes (Outorga 625/2022).

## Referências

Ahmad, M., & Shah, S. (2021). Mitigating Malicious Insider Attacks in the Internet of Things using Supervised Machine Learning Techniques. Scalable Computing, 22, 13–28.

Check Point. (2022). Check Point Research: Third quarter of 2022 reveals increase in cyberattacks and unexpected developments in global trends. Check Point. https://blog.checkpoint.com/2022/10/26/third-quarter-of-2022-reveals-increase-in-cyberattacks/#:~:text= Global%20Data,organization%20worldwide%20reached%20over%201%2C130

Imamverdiyev, Y., & Abdullayeva, F. (2018) Deep Learning Method for Denial of Service Attack Detection Based on Restricted Boltzmann Machine. Big Data, 6, 159–169.

Latah, M., & Toker, L. (2020). Minimizing false positive rate for dos attack detection: A hybrid sdn-based approach. ICT Express, 6,2, 125–127.

Latah, M., & Toker, L. (2018). Towards an Efficient Anomaly-Based Intrusion Detection for Software-Defined Networks. CoRR, 1803.06762, pp. 1–8.

Rebello, G, et al. (2016). Sistemas de Detecção de Intrusão. GTA UFRJ. https://www.gta.ufrj.br/grad/16_2/2016IDS/index.html

Sausalito, C. (2016). Cybercrime To Cost The World $10.5 Trillion Annually By 2025. Cybercrime magazine. https://cybersecurityventures.com/hackerpocalypse-cybercrime-report-2016/

Shurman, M, et al. (2020). DoS and DDoS Attack Detection Using Deep Learning and IDS. The International Arab Journal of Information Technology, 17, 655–661.

Tavallaee, M., et al. (2009). A Detailed Analysis of the KDD CUP 99 Data Set. Second IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications, Ottawa, ON, Canada, 1-6.

Ugwu, C., et al. (2021). A Distributed Denial of Service Attack Detection System using Long ShortTerm Memory with Singular Value Decomposition. In Proceedings of 2020 IEEE 2nd International Conference on Cyberspac (CYBER NIGERIA), Abuja, Nigeria, 23–25.

Vinayakumar, R., et al. (2019). Deep Learning Approach for Intelligent Intrusion Detection System. IEEE Access, 7, 41525–41550.

Yin, C., et al. (2017). A Deep Learning Approach for Intrusion Detection Using Recurrent Neural Networks. IEEE Access, 5, 21954–21961.

Yoachimik, O. (2022). DDoS attack trends for 2022 Q2. Cloudflare. https://blog.cloudflare.com/ddos-attack-trends-for-2022-q2/

Zargar, S., et al. (2013). A Survey of Defense Mechanisms Against Distributed Denial of Service (DDoS) Flooding Attacks. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 15, 2046–2069.

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

Recebido/Submission: 16/05/2023
Aceitação/Acceptance: 26/07/2023

# *Safety*, Aspecto Clave a Considerar en una Estrategia de Seguridad y Defensa Nacional

Cesar Oswaldo Celis Medina[1], Erika Juliana Estrada Villa[2],
Bryan Felipe Ramírez Segura E[3]

**cesar.celism@fac.mil.co; erika.estrada@epfac.edu.co; bryan.ramirez@epfac.edu.co**

[1] Oficial piloto Fuerza Aérea Colombiana - Search and Rescue Coordinator, Bogotá, Colombia.

[2] Investigador Maestría en Seguridad Operacional Escuela de Postgrados FAC, Bogotá, Colombia.

[3] Investigador Maestría en Seguridad Operacional Escuela de Postgrados FAC, Bogotá, Colombia.

**Pages: 46-59**

**Resumen:** Para los estados, la Seguridad y Defensa Nacional son temas importantes que requieren una atención estrecha; la Seguridad Nacional es un proceso continuo que requiere un análisis a fondo a fin de garantizar la protección de los intereses nacionales; la Defensa Nacional es la respuesta de los Estados a amenazas internas y externas, y es la base para la preservación de la soberanía y el respeto de los derechos humanos fundamentales. Por lo tanto, los gobiernos deben prestar especial atención a temas relacionados con la Seguridad y Defensa Nacional para garantizar la seguridad y el bienestar de sus ciudadanos. Esta contribución proporciona una introducción a la importancia de la Seguridad y la Defensa Nacional desde el *Safety* para lo cual se realiza una discusión desde posiciones de Celis (2020, 2021), Warden (2011), (Stringer, 2022), OACI (2018) entre otros, a partir una revisión sistemática; y teniendo en cuenta los pilares para la conservación del poder aéreo nacional.

**Palabras-clave:** Safety, Seguridad y Defensa Nacional, Poder Aéreo, Estrategia, Seguridad Operacional

## *Safety, a Key Aspect to Consider in a National Security and Defense Strategy*

***Abstract:*** For states, National Security and Defense are important issues that require close attention. National security is a continuous process that requires in-depth analysis to ensure the protection of national interests; National Defense is the response of States to internal and external threats and is the basis for the preservation of sovereignty and respect for fundamental human rights. Therefore, governments must pay special attention to issues related to National Security and Defense to ensure the Safety and wellbeing of their citizens. This contribution highlights the importance of Security and National Defense, as analyzed from the point of view of Safety as discussed by Celis (2020; 2021), Warden (2011), (Stringer, 2022), ICAO (2018. This article seeks a systematic review, considering pillars for the conservation of national air power.

***Keywords:*** Safety; National Security and Defense; Air Power; Strategy; Operational Safety.

## 1. Introducción

Durante años, la Seguridad Nacional ha sido una prioridad para los estados, donde los conflictos y las guerras han evolucionado con el tiempo (Serrano, 2017). El poder del espacio aéreo ahora juega un papel importante en la estrategia militar de cada país. Sin embargo, con estos cambios es esencial reconocer la transformación de las operaciones aéreas, que ahora incluyen la mejora y protección de los recursos tanto humanos como materiales. Por lo tanto, no se puede hablar de Seguridad Nacional sin la inclusión de la Seguridad Operacional (González-Cuenca y Molina-Orjuela, 2020).

La globalización ha sido un fenómeno que ha contribuido al desarrollo de la humanidad, dando grandes beneficios (Lascurain,2017). Sin embargo, también se han presentado casos en los que ha facilitado y fomentado la emergencia de amenazas y peligros que afectan tanto a personas como a los estados (Arteaga,2010). Por este motivo, los países están interesados en atender estos riesgos (Germann y Gregg, 2021) en consecuencia, se ven obligados a evaluar sus leyes, estrategias, políticas y directivas de Seguridad y Defensa (Magyar, 2002).

Aunque existan casos en los que se haya hecho una evaluación de los progresos de los Estados en Seguridad, sólo unos pocos han conseguido hacerlo, entre ellos se encuentran algunos de los principales actores a nivel mundial; Estados Unidos, España y Reino Unido, quienes han administrado de forma efectiva su seguridad y han construido de manera sistemática sus estrategias de seguridad nacional (Ballesteros, 2016).

La protección de los intereses nacionales es la base de la formulación de estrategias de Seguridad Nacional (Biden's new national-security strategy is only partly that, 2022). Para ello, se recurre al poder nacional en aras de protegerlos; ese poder en el imaginario colectivo y práctico ha tenido como principal referente el poder militar, representado por las Fuerzas Militares y entre ellas el decisivo poder aéreo (Venable, 2022). El uso de este poder, así como la globalización y la modernización, se enfrenta constantemente a las amenazas y riesgos emergentes, que en su mayoría deben identificarse de forma predictiva. Sin embargo, la identificación no garantiza la reducción de la amenaza, sino que requiere una gestión adecuada de los riesgos para lograr una verdadera solución (Clodfelter, 2022; Schwartz y Tunyavongs, 2012).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, afloran una serie de factores determinantes para el uso de la Política Aérea Nacional con el objetivo de alcanzar y mantener un nivel aceptable de Seguridad Nacional, así como para preservar los intereses nacionales (Fuerza Aérea Colombiana, 2021). Durante más de 100 años, la aviación se ha convertido en un elemento estratégico para la defensa de los intereses nacionales. Se ha demostrado que, desde el aire, el espacio y la ciberseguridad, hay un mayor control de la tierra y el mar, lo que hace que el Poder Aéreo sea uno de los aspectos estratégicos más importantes, debido a su capacidad para alcanzar los puntos críticos (Gaitán, 2015).

De esta forma, se hace necesario el desarrollo de una estrategia que implique la implementación de una Política Aérea capaz de reducir los riesgos asociados a las actividades aéreas y similares (Fuerza Aérea Colombiana, 2019).

Ahora bien, se presenta la oportunidad de incluir en una estrategia de Seguridad y Defensa Nacional la Seguridad Operacional en la aplicación del poder aéreo (Hough, 2006), la cual de acá en adelante se define como la *Safety*; que pretende mitigar de manera proactiva, los riesgos presentes en el desarrollo de las operaciones aéreas, antes de que estos se materialicen en un accidente aéreo, no solo en la operación normal disuasiva sino también en operaciones reales de conflicto (International Civil Aviation Organization, 2018) (Guldenmund y Li, 2017). Por lo tanto y en evidente ausencia de una estrategia dentro de la seguridad nacional que permita vincular el *Safety* como factor determinante para la protección de los intereses nacionales.

Con la Seguridad Operacional en la aplicación del Poder Aéreo existe ahora la posibilidad de incluir esta estrategia dentro de la Seguridad y Defensa Nacional que pretende prevenir los riesgos que surgen durante las operaciones aéreas (Celis, 2020), antes de que ocurran accidentes, tanto en situaciones normales como en casos de conflictos reales. Teniendo en cuenta que a veces los accidentes e incidentes operacionales pueden dejar mayores pérdidas humanas y materiales que los conflictos mismos.

## 2. Metodología

Este artículo ofrece un enfoque cualitativo de tipo descriptivo con técnica documental (Hernández y Mendoza, 2018). Se utilizó la búsqueda de artículos en bases de datos. Estos se analizaron a fin de obtener una comprensión mejorada de la seguridad y defensa nacional. Con lo dicho anteriormente, este estudio tiene un carácter descriptivo profundo, considerando que se reunieron fuentes primarias y secundarias a partir de la gestión de información y en la revisión de documentos como: Celis (2020; 2021), (Warden, 2011). los cuales identifican las distintas fuentes que proporcionan una base teórica para establecer cómo el Safety opera como una estrategia de seguridad y defensa en Colombia (Creswell y Creswell, 2018) así como explorar nuevas ideas y perspectivas. De este modo, se tomó como muestra casos de Estados Unidos, Europa y Colombia acerca de cómo alinean sus doctrinas, para analizar los estándares en seguridad nacional de sus ciudadanos como el eje principal de seguridad del Estado (Foong, 2014).

Creswell y Creswell (2018) resaltan que, en los estudios cualitativos, los investigadores buscan descubrir conceptos, temas y patrones en los datos. Para este caso, se logró encontrar los elementos del *Safety* relacionados con la seguridad nacional mediante el uso de un enfoque inductivo, lo que significa que se comienza con la observación de datos y luego se van comprendiendo los conceptos a partir de esa información. Por lo tanto, la definición y la interrelación de los términos Seguridad, Poder Aéreo con la Estrategia se fue haciendo más precisa a medida que se desarrollaba el estudio, y fue tomando forma, ya que el resultado de esta investigación se centra en las ideas emergentes. Esto significa que los temas, perspectivas o dimensiones relacionadas con el *Safety* como estrategia de seguridad y defensa nacional pudieron surgir a lo largo del análisis de los datos (Levy, 2017).

## 3. Resultados y Discusión

A partir de lo encontrado en este apartado se presenta inicialmente una comprensión del papel que desempeña el *Safety* en la Seguridad y Defensa Nacional como un factor

importante para el poder aéreo, y después se profundiza en el análisis del poder de este con el Estado para comprender plenamente este tipo de actividades a partir de reconocer el *Safety* como un factor que incide en la estrategia de seguridad y defensa nacional de un País. Lo cual, ha quedado demostrado desde la segunda guerra mundial, siendo el poder aéreo uno de los más importantes referentes del poder nacional, marcando el rumbo de la historia cuando se trata de resolver conflictos armados (Black, 2018). Por lo tanto, para llevar a cabo misiones aéreas se debe identificar los peligros y gestionar los riesgos, en donde *Safety* es un elemento fundamental para las operaciones militares aéreas de los Estados Nacionales.

### 3.1. La relación entre el Safety y la Seguridad y Defensa Nacional

En este primer punto, se hace una relación entre la seguridad operacional y la seguridad y defensa nacional de los Estados para demostrar el importante papel que desempeñan en la protección de los intereses nacionales. El concepto de seguridad operacional o *Safety* como requisito indispensable para la operación aérea lo destaca Modesto (2011), que afirma que "en las actividades aeronáuticas y espaciales, la seguridad operacional es prioritaria"(pag.10). Esto lleva a considerar los peligros a los que se exponen los operadores aéreos constantemente y que deben ser abordados con anticipación para garantizar la seguridad de las operaciones aéreas (International Civil Aviation Organization; 2018).

Por otro lado, sí se piensa estratégicamente, el enemigo es un sistema compuesto por muchos subsistemas, por lo cual, se debe centrar la atención en este como conjunto, así mismo se debe tener claro el objetivo, y luego pensar en qué le puede suceder al enemigo antes de que nuestros objetivos se conviertan en las metas del enemigo (Warden, 2011).

Al reflexionar sobre la teoría de los 5 anillos acerca del "enemigo como sistema" (Warden, 2011 pag.67), se encuentra la importancia de analizar diferentes aspectos como el liderazgo, las comunicaciones y seguridad, los sistemas esenciales, la infraestructura, la población y las fuerzas armadas. Donde es estratégico identificar los Centros de Gravedad en cada uno de estos escenarios, sin dejar por fuera algunos elementos que no son visibles pero que son de suma importancia. Esto lleva a pensar de manera holística y prospectiva, e invita a profundizar a cerca de todos los elementos que conforman los riesgos y amenazas. Para lograrlo, es necesario tener un conocimiento propio para el estudio de las amenazas. Aplicar el *Safety* a los Estados demandará una comprensión clara de la propia institución para poder enfrentar los riesgos de manera correcta, acatando las directrices internacionales y nacionales.

Por otro lado, es importante destacar que el tema de la Seguridad Nacional debe ir de la mano con la Estrategia, como se plantea en la fórmula E = F + Me + Mo + R + EA + E (Sánchez, 2012). Un aspecto clave en esta ecuación es el análisis de los riesgos. En el contexto de la seguridad aérea, el concepto de Safety se refiere a la capacidad de enfrentar estos riesgos de manera efectiva. Ignorarlos puede resultar en daños significativos tanto en términos materiales como humanos, lo que a su vez puede tener un impacto económico y social considerable para el país.

Sin embargo, este aspecto también puede ser aprovechado de manera ventajosa si se logra identificar y comprender los riesgos que son difíciles de enfrentar por parte del

enemigo. Esto puede brindar una ventaja militar al utilizar la estrategia de manera ofensiva afectando al enemigo en su centro de gravedad donde cuenta con riesgos difíciles de afrontar, así como de manera defensiva al administrar los riesgos propios de una forma efectiva y estructurada, siendo un elemento fundamental para afrontar la Seguridad Nacional y que no se quebrante la protección de los intereses nacionales.

De este modo, al Estado se le establecen diferentes responsabilidades, entre las más importantes mantener la Seguridad y Defensa Nacional; por una parte, la seguridad indica un estado o sensación que produce la percepción de ausencia de amenazas que ponga en riesgo la existencia, la propiedad, los intereses, los valores o el particular modo de ser de quien percibe y por otra la defensa. Y por otra parte la Defensa, que es la estructura administrativa, organizativa y operativa que los Estados diseñan para mantenerse con seguridad en el ámbito internacional (Saint-Pierre, 2012).

En consecuencia, el sujeto responsable de la Seguridad Nacional es el Estado (Ministerio Defensa Nacional, 1996) y este emplea sus instituciones para garantizar el bienestar de su población y la protección de sus intereses. Bajo el entendido que el Estado es la entidad con la máxima responsabilidad, es quien debe sacar el máximo provecho sus capacidades para garantizar el cumplimiento de estas.

Buzan (2006) señala que el concepto de seguridad fue "*fundado de manera muy limitada*", por lo tanto, ofrecer un marco más amplio de seguridad, lo que permite incluir el *Safety* como una oportunidad para reforzar lo que hasta hoy es seguridad nacional (Buzan citado en Stone, 2009).

Por otra parte, se menciona que la doctrina de Seguridad y Defensa Nacional es el conjunto de concepciones o cuerpo de enseñanza derivado de verdades, principios, normas y valores de un Estado y los cuáles se basan en la condición natural y que además el Estado debe considerar sus propias experiencias, así como las de los demás, en pro de ejecutar las mejores prácticas previamente validadas que permitan proteger y garantizar a la población su bienestar (Ministerio Defensa Nacional, 1996)

A primera vista esta doctrina se podría aterrizar en un concepto completamente plano, pero en realidad no lo es, existen ambientes como variables que se pueden presentar al momento de discernir acerca de ella y dependerá de cuantas aristas se observen. Así las cosas, no es factible referirse a la doctrina de seguridad como un tema sublime que no presente relevancia, pero en cambio, si a la génesis de la supervivencia y preparación para la defensa nacional (Bruneau, Florina y Sak, 2009).

Es cierto que, si bien existe una doctrina de Seguridad y Defensa Nacional en Colombia, se puede realizar un estudio integral de las diferentes doctrinas continentales que fortalezcan esta investigación. En el marco de este estudio, se revisó la doctrina desarrollada por el gobierno de los Estados Unidos (Biden's new national-security strategy is only partly that, 2022), que se especifica claramente en materia de ámbitos y entornos con amenazas inexistentes o reducidas, además de brindar una confianza adecuada a sus ciudadanos no sólo a través de sus documentos si no de su postura de poder real, *National Security Strategy* (U.S. Department of State, 2022)

Con vista hacia otro hemisferio, se fija la mirada hacia España donde su Ley de seguridad menciona en uno de sus apartes que "promoverá una cultura de Seguridad Nacional

que favorezca la implicación activa de la sociedad en su preservación y garantía, como requisito indispensable para el disfrute de la libertad, la justicia, el bienestar, el progreso y los derechos de los ciudadanos" (Departamento de Seguridad del Gobierno de España DSN, 2015 s.p.), lo anterior indica una vez más la coincidencia del objetivo primordial sobre sus ciudadanos, el bienestar y su seguridad.

En una revisión realizada a la Seguridad y Defensa estratégica del Reino Unido se mencionó que su estrategia contempla no solo resistir a los actuales adversarios, sino también a los potenciales (Martínez, 2018); por lo que se requiere de una Fuerza Aérea conjunta con los mejores niveles de *Safety* para contrarrestar los planes de los adversarios.

En complemento, la doctrina es una herramienta esencial en la construcción de los principios de Seguridad Nacional y Defensa, de la misma manera, la aviación también se beneficia de esto. A través de la historia, la aviación ha buscado mejorar su eficiencia desde la planificación, diseño, hasta la operación. Además, su actuar está basado en el continuo aprendizaje de experiencias propias y ajenas para poder ser más eficiente y segura (International Civil Aviation Organization; 2018).

Al realizar un análisis de fuentes doctrinales relacionadas con la Estrategia de Seguridad, se puede determinar cómo la Seguridad y Defensa Nacional de los Estados se sustenta en ella. Esto permitirá un examen más profundo y mejorar el entendimiento del contexto nacional, regional e internacional con el fin de diseñar una adecuada estrategia de seguridad que proteja los intereses nacionales y que comprenda la ética (Banta, 2018).

### 3.2. *Safety* como Cualidad de las Operaciones Aéreas

Sun Tzu, considerado uno de los estrategas más antiguos y eficaces, dice: "Si no conoces al enemigo ni a ti mismo, puedes estar seguro de estar en peligro en todo combate" (En Traducción de Barrera, 2021, p. 137). Ignorar la existencia de amenazas no es una opción para desarrollar una estrategia militar o política; por lo tanto, se requiere un equipo con la habilidad de integrar competencias institucionales para identificar los peligros y gestionar los riesgos que surgen de ellos, tanto en la estrategia política como en la guerra.

El Almirante William Crowe (1992) ha afirmado que para desarrollar una estrategia eficaz es necesario integrar la política con diversos conocimientos. También recalca que es más importante contar con estrategas que con líderes, ya que la formación de éstos últimos toma más tiempo y es un proceso más difícil. Finalmente, concluye que existen una serie de problemas y un tipo de individuo que los pueda resolver.

Al considerar las cualidades y características del poder aéreo (Boros y Csengeri, 2022) (Stringer, 2022). se puede ver que entre ellas están: altura, velocidad, alcance, supervivencia entre otras; las cuales se conjugan para brindar esas capacidades claves o distintivas que ofrece este poder. El contenido de estas capacidades brinda la oportunidad de realizar la revisión a una de ellas, esta es particularmente la *supervivencia* propia del poder aéreo, la atención específica se fija en razón a la estrecha relación que guarda con la seguridad y defensa.

Es así como los activos aéreos pueden protegerse por varios medios que van desde características de sigilo, medidas electrónicas hasta dispositivos de autodefensa. Debido a la combinación de estas ventajas técnicas y sus características claves, el poder aéreo brinda a los líderes políticos y militares la capacidad de operar en la mayor parte del espectro del conflicto con un número mínimo de bajas y pérdidas de aeronaves. La capacidad de supervivencia aumenta cuando se combina con la concentración de fuerza (Waterbury, 2016).

Como consecuencia de lo anterior, el *Safety* es una característica intrínseca de las operaciones aéreas o de la utilización del poder aéreo; se debe aplicar para la seguridad y defensa de una nación y jamás se debe tratar como el resultado de ejecutar esas operaciones aéreas.

En este contexto, se puede afirmar que los militares y los políticos pueden generar estrategias dirigidas a la detección de amenazas y la gestión de riesgos con el uso del poder nacional, particularmente el poder aéreo militar. Por lo tanto, el Estado Colombiano, y dentro de una tendencia mundial (ver Tabla 1) creó la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado mediante el decreto 2937 (República de Colombia, 2010) con la finalidad de alcanzar la seguridad operacional del Estado colombiano.

| País | Ministerio | Fuerza | Fecha Creación Fuerza Aérea | Nombre Autoridad Aeronáutica Aviación Civil | Fecha Creación Autoridad Aeronáutica Aviación Civil | Nombre Autoridad Aeronáutica Aviación de Estado | Fecha Creación Autoridad Aeronáutica Aviación de Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| España | Ministerio de Transporte | Ejército del Aire | 1913 | AESA | 2008 | EDA * | 2004 |
| Colombia | Ministerio de Transporte | FAC | 1919 | UAEAC | 1993 | AAAES | 2010 |
| Estados Unidos | Ministerio de Transporte | USAF | 1947 | FAA | 1967 | FAA ** | 1967 |

* Europe Defense Agency / incluye España y demás comunidad Europea
** Relación directa en términos de defensa con el DOD
Fuente: Celis (2020).

Tabla 1 – Cuadro comparativo autoridades aeronáuticas civiles y militares

Las autoridades aeronáuticas se preocupan por la seguridad y la defensa, y no solo por la seguridad de las operaciones aéreas de los materiales y los recursos, sino también procuran el cumplimiento de la misión militar que les ha sido encomendada para la defensa de la nación.

Es así que para el caso colombiano, el modo de como incorporar el *Safety* a la estrategia de Seguridad y Defensa Nacional, en el cual ya se ha avanzado indirecta y sustancialmente con la creación de la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado (AAAES); consiste, principalmente en generar la conexión estratégica entre el más alto nivel de la política, la economía y las diferentes aviaciones de las Fuerzas Militares y de Policía a través de esta autoridad, con el propósito de presentar y hacer entender tanto a los decisores políticos

como a los comandantes los beneficios que se pueden obtener de la implementación de esta estrategia (Fuerza Aérea Colombiana, 2020b). De acuerdo con Beaufre citado en Cruz (2017) el nivel más alto de la estrategia se encuentra subordinado al Gobierno, por tanto, a la política; de esta forma, corresponde a la estrategia direccionar la planificación, los medios, los recursos y los esfuerzos para alcanzar los objetivos militares para ganar la guerra.

También, al examinar las diferentes autoridades aeronáuticas, específicamente de naturaleza militar y estatal, reflejan y confirman la importancia de su presencia, dado que su objetivo máximo es mantener los más altos estándares de seguridad durante la operación de la aeronave y los recursos aeronáuticos que la componen.

Como lo menciona Sokolowsky citado en Losada (1986), refiriéndose a la estrategia militar y particularmente a los fines de los gobiernos y sus fuerzas armadas, además de referirlos como nobles y grandiosos; realiza una pertinente afirmación, especificando que la interacción conjunta "*Sirve a un sistema progresivo que tienden a aumentar el potencial defensivo para rechazar cualquier agresión*" (Sokolowsky en Losada, 1986, pag.70).

Por lo anterior, para el objeto del presente artículo, cabe resaltar, defender la independencia nacional es responsabilidad de las autoridades de la república para salvaguardar a los ciudadanos; lo cual refleja claramente la necesidad de generar y revisar constantemente la estrategia en sus distintos aspectos con el fin de cumplir con una orden superior (Martínez, 2018); en respuesta a esto el Estado colombiano dispone de un poder militar que involucra las respectivas aviaciones de cada una de las fuerzas, las cuales son empleadas para la defensa de la nación (Fuerza Aérea Colombiana, 2020a), así como, de manera paralela velan por la preservación o propia supervivencia de sus medios y recursos asignados. En suma, la implementación de una estrategia de Safety en el Poder Aéreo Nacional, se encuentra ligada con el más alto nivel político, militar y económico.

Por otra parte, en cuanto al concepto de supervivencia se admite que el militar o el decisor político considera que los medios aéreos destinados para una campaña aérea cuentan con la herramienta ALARP (As Low As Reasonably Practicable) para la gestión del riesgo operacional, que le permite aprobar un nivel de riesgo aceptable para la misión, y que además el riesgo residual ya ha sido llevado tan bajo como lo razonablemente factible (Dumitru, 2022).

Conceptos como ALARP, supervivencia y disuasión, se transforman tanto en una capacidad como en un imperativo estratégico para aplicar tanto a las naciones como a su poder aéreo. Se espera que este enfoque contribuya estructuralmente para que el Estado pueda prevenir o sobrevivir a cualquier ataque militar con el empleo de su fuerza legítima, respetando los principios de una adecuada gestión del riesgo operacional. Esto es aplicable a la supervivencia de los sistemas de defensa aérea, comprendiendo sus aviones, equipamiento aéreo, centros de comando y control, elementos de comunicación, e infraestructura aeronáutica, esencial para el desenvolvimiento de dicho poder de defensa.

Por otra parte Marja y Terje (2021) indican que para la gestión del riesgo se debe brindar un acercamiento, en gran medida a la materialización de la inclusión del Safety dentro

de la estrategia de seguridad y defensa, la cual está direccionada hacia la preservación de los recursos del poder aéreo nacional. No obstante, estos ejercicios se complementan con otra serie de actividades que permiten generar un espectro más completo de este proceso, y que además actúan en este sentido para generar la supervivencia de la defensa estratégica de la nación y su respectiva disuasión frente a los potenciales enemigos y adversarios (Menon, Hawkins y McDermid, 2009).

En consecuencia, prestando atención a la estrategia, el Estado debe tomar en cuenta las amenazas de sus adversarios y enemigos, y usarlas para mostrar sus intenciones políticas (Lehtomäki, Pääkkönen, Kalliomäki y Rantanen, 2005). Así, los niveles políticos y militares se unen en la estrategia global, lo que les permite mejorar el análisis de sus capacidades frente a las amenazas y una gestión adecuada del riesgo operacional aéreo (Dumitru, 2022).

Por lo tanto, las fuerzas aéreas necesitan estar listas para responder de manera inmediata a cualquier amenaza potencial y tener en cuenta factores como la tecnología, el armamento y la movilidad del enemigo **(**Banta, 2018). De esta forma, se pueden tomar medidas preventivas para garantizar la seguridad de la población, así como la prevención de actos de agresión. Es de suma importancia apoyarse en una herramienta para la evaluación constante de los riesgos operacionales para la seguridad y defensa nacional (Celis, 2020).

## 4. Conclusiones

Considerar el *Safety* en una estrategia de Seguridad y Defensa Nacional ofrece numerosos beneficios geopolíticos y geoestratégicos, ventajas dadas por el poder aéreo, lo cual incluye un mayor nivel de seguridad en el ámbito internacional, mejores herramientas para gestionar la crisis, un aumento en la cooperación para combatir el crimen organizado, una mayor vigilancia de las fronteras, una reducción en el tráfico de personas y bienes; así como el fomento de la inversión extranjera en los países en estudio. Además, la Seguridad puede contribuir a crear un entorno seguro, en el que se persiga con mayor eficacia el terrorismo, el crimen organizado y la delincuencia transfronteriza.

En tal sentido, la seguridad, es una característica presente en cualquier operación aérea o uso del poder aéreo; se utiliza para garantizar la seguridad y la defensa de una nación, y nunca debe ser vista como un resultado de la ejecución de una operación aérea. Es por ello por lo que la seguridad nacional y defensa necesitan incorporar dentro de su estrategia operaciones aéreas de nivel superior, comenzando con la planificación de la batalla, estableciendo directrices para alcanzar el objetivo primordial y logrando un estado militar deseado que asegure la sobrevivencia de la nación.

En complemento y en el contexto de la naturaleza del poder aéreo, hay diferentes clasificaciones de las aeronaves; estas, al operar en cualquier entorno, bien sea el aire, el espacio o el ciberespacio, deben generar una disuasión suficiente para que sus enemigos y adversarios se vean desistan de atacar el territorio protegido.

Es necesario destacar que los beneficios mencionados anteriormente incluyen la administración y conservación eficiente de los recursos aeronáuticos asignados para la defensa y seguridad nacional; crear una disuasión creíble y sostenible de los

poderes aéreos de la región, en particular para los adversarios y enemigos principales; estos beneficios tendrán como resultado un mejoramiento indiscutible de la posición geoestratégica del Estado colombiano.

El uso del poder aéreo para resolver conflictos se ha convertido en el primer método decisivo. Esto se ha notado especialmente en Colombia con respecto a su conflicto interno, así como Estados Unidos usando su poder global. Por la misma línea, se ha hecho necesaria la implementación del poder aéreo para alcanzar metas específicas. Esto significa que la aviación de cada una de las Fuerzas Militares es la encargada de aplicar este poder adecuadamente y gestionar los riesgos operacionales asociados. Toda organización aeronáutica, así como las Fuerzas Aéreas, consideran el Safety como uno de los principales pilares y el factor diferenciador para la conservación del poder aéreo nacional. Esto se traduce en un aumento de su capacidad operacional.

Por ultimo y a manera de reflexión, el *Safety*, para ser entendido como una cualidad, debe estar presente en el desarrollo de las operaciones aéreas que se realizan dentro y fuera del espacio aéreo, para defender los intereses nacionales. Y entendiendo que el Estado tiene como prioridad su propia supervivencia y, por lo tanto, la de los ciudadanos que representa. Para esto, tendrá que reforzar las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional y así ejercer el uso legítimo de la fuerza, cuando sea necesario, para lograr su objetivo. Sin embargo es muy importante para salvaguarda el territorio nacional, el uso diferenciador del poder aéreo, por lo que desarrollar una estrategia bien estructurada de Safety desde lo más alto de los poderes políticos, económicos y militares, permitirá la protección de los intereses nacionales a lo largo y ancho del territorio, optimizando los recursos y preservando vidas humanas.

## Referencias

Arteaga, F. (2010). La Estrategia de Seguridad Nacional del Reino Unido y la Revisión Estratégica de Seguridad y Defensa de 2010. Madrid: Fundación Elcano, ARI 96.

Ballesteros, M.A. (2016). En Busca de una Estrategia de Seguridad Nacional. ISBN: 978849091176-1 Madrid: Imprenta Ministerio de Defensa de España. Instituto Español de Estudios Estratégicos ieee.es. http://publicacionesoficiales.boe.es

Banta, B (2018). "The Sort of War They Deserve"? The Ethics of Emerging Air Power and the Debate. Journal of military ethics Vol. 17, Nos. 2–3, 156–171 https://doi.org/10.1080/15027570.2018.1551320

Black, J. (2018). American Airpower Strategy in World War II: Bombs, Cities, Civilians, and Oil. Parameters, 48(1), 145. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A557303708/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=1914ce10

Biden's new national-security strategy is only partly that (2022). National Review, 74(21), 10. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A724594220/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=eb046de2

Boros, G. y Csengeri, J. (2022) Air Power Projection in Conduct of NATO Deterrence Activities and Operations, AARMS – Academic and Applied Research in Military and Public Management Science. Budapest, 20(2), pp. 39–47. https://doi.org/10.32565/aarms.2021.2.4

Bruneau, T.C., y Florina C., y Sak, S. (2009). National Security Councils: Their Potential Functions in Democratic Civil-Military Relations. Defense and Security Analysis 25, no. 3 (2009): 255–269. https://doi.org/10.1080/14751790903201406

Celis, C. (2020). La seguridad operacional "safety": una estrategia de seguridad y defensa nacional [Artículo de Investigación para optar el título de magister en Estrategia y Geopolítica]. Biblioteca Escuela Superior de Guerra.

Celis, C. (2021). Competencias distintivas para el nivel gerencial de la seguridad operacional en la Fuerza Aérea Colombiana [Trabajo de grado para optar el título de magister en seguridad operacional]. Biblioteca Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

Clodfelter, M. (2022). Rethinking "airpower versus asymmetric enemies". AEther: A Journal of Strategic Airpower & Spacepower, 1(1), 129+. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A711337929/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=173f555d

Creswell, J. W. y Creswell J.D. (2018). Research Design Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. Fifth Edition. ISBN 9781506386706. SAGE Publishing.

Crowe, W. (1992) *Interview: Admiral William Crowe, USN (Ret.).* Proceedings Vol. 118/1/1,067. U.S. Naval Institute. https://www.usni.org/magazines/proceedings/1992/january/interview-admiral-william-crowe-usn-ret

Cruz, G. (2017). Los modelos estratégicos: De la Revolución Francesa a la guerra de Vietnam. Revista de Estudios en Seguridad Internacional, 3(2): 97-112 http://hdl.handle.net/10481/48455

Departamento de Seguridad del Gobierno de España DSN (2015). Ley de Seguridad Nacional. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-10389

Dumitru, M. (2022). Risk Management, an Example of Enforcing It to Provide Flight Safety and Operational Capabilities. Scientific Research & Education in the Air Force - AFASES, 2022, 182–186. https://doi-org.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/10.19062/2247-3173.2022.23.26

Foong, Y. (2014). How to read and critique a Scientific Research Article. ISBN 9789814579162. World Scientific Publishing Co.

Fuerza Aérea Colombiana [FAC] (2019). Plan Estratégico de Seguridad Operacional. [Restringido]. Dirección de Seguridad Operacional Inspección General Fuerza Aérea Colombiana.

Fuerza Aérea Colombiana (2020a). Inicio AAAES. Página web Fuerza Aérea Colombiana. https://aaaes.fac.mil.co/es/conozcanos

Fuerza Aérea Colombiana (2020b). Proyección Estratégica de la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado. [Restringido]. Dirección AAAES. https://aaaes.fac.mil.co/normatividad

Fuerza Aérea Colombiana (2021). Estrategia para el Desarrollo Aéreo y Espacial para la Fuerza Aérea Colombiana. https://www.fac.mil.co/sites/default/files/2021-04/edaes.pdf

Gaitán, A. (2015). La importancia del poder aéreo integral en la defensa, seguridad y progreso del Estado Nación. Revistas Fuerzas Armadas Vol. 234 https://esdegrevistas.edu.co/index.php/refa/article/view/910

Germann, W. A., y Gregg, H. S. (2021). Assessing Risk at the National Strategic Level: Visualization Tools for Military Planners. Parameters, 51(3), 39+. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A688727559/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=2a775132

González-Cuenca, D. y Molina-Orjuela, D. E. . (2020). La superioridad aérea en las políticas de seguridad y defensa de Suramérica. Ciencia Y Poder Aéreo, 15(1), 71–86. https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.65

Guldenmund, F. y Li, Y. (2017). Safety management systems: A broad overview of the literature. Safety Science. 103. 94-123. 10.1016/j.ssci.2017.11.016.

Hernández-Sampieri, R.; Mendoza, C.P. (2018). Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. ISBN 9781456260965. Mc-Graw-Hill Education.

Hough, M. (2006). The concept of a national security strategy: the case of the United States and South Africa. Strategic Review for Southern Africa, 28(2), 1+. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A158524570/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=a0f595ac

International Civil Aviation Organization [ICAO] (2018). Safety Management Manual. Order Number: 9859. ISBN 978-92-9258-552-5 (Fourth Edition). https://www.icao.int/APAC/Meetings/2019%20COSCAPSEA%20iSTARS/9859_cons_en.pdf#search=9859

Lascurain F. M. (2017). Desafíos de la globalización económica. Revista De Relaciones Internacionales, Estrategia Y Seguridad, 12(1), 23–50. https://doi.org/10.18359/ries.2462

Lehtomäki, K., Pääkkönen, R., Kalliomäki, V., & Rantanen, J. (2005). Risk of accidents and occupational diseases among the Finnish Defence Forces. Military medicine, 170(9), 756–759. https://doi.org/10.7205/milmed.170.9.756

Levy, P. (2017). Research Desing Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based and Community-Based Participatory Research Approaches. ISBN 978146251438-0. The Guilford Press.

Losada, J. D. (1986). Al margen de los clásicos (4). Sokolowsky. Estrategia militar. Bogota: Boletín de Información, ISSN 0213-6864, Nº. 195, 1986, pág. 59-98. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4769900

Magyar, D. K. P. (2002). The Global Century: Globalization and National Security. (Net Assessment). Air & Space Power Journal, 16(3), 113. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A94269871/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=d3bd603b

Martínez, R. (2018). Estrategias Nacionales de Seguridad ante los riesgos y amenazas transnacionales. Reflexión Política, 20(40), 10–20. https://doi.org/10.29375/01240781.3459

Marja, Y. y Terje, A. (2021). How the risk science can help us establish a good safety culture. Journal of risk research 2021, Vol. 24, No. 11, 1349–1367. https://doi.org/10.1080/13669877.2020.1871056

Menon, C.i., Hawkins, R., McDermid, J. (2009). Defence Standard 00-56 Issue 4: Towards Evidence-Based Safety Standards. In: Dale, C., Anderson, T. (eds) Safety-Critical Systems: Problems, Process and Practice. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-349-5_15

Ministerio de Defensa Nacional (1996). Manual de defensa y seguridad nacional. Bogotá: Imprenta y Publicaciones de las Fuerzas Militares

Modesto, A. (2011). Estrés y seguridad operacional en la Actividad Aeroespacial. Acta Académica. III Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. https://www.aacademica.org/000-052/407

Rocha, Á. (2012). Framework for a Global Quality Evaluation of a Website. *Online Information Review, 36*(3), 374-382. https://doi.org/10.1108/14684521211241404

República de Colombia – Presidencia (2010). Decreto Presidencial 2937 del 5 de agosto del 2010. https://web.mintransporte.gov.co/jspui/bitstream/001/4111/1/Decreto_2937_2010.pdf.

Sánchez, J.R. (2012). En la mente de los estrategas. ISBN 9789585737648. Primera Edición. Escuela Superior de Guerra. Edit Legis

Saint-Pierre, H. (2012). Fundamentos para pensar la distinción entre defensa y seguridad. Atlas comparativo de la defensa en América. RESDAL Grupo de Estudios en Defensa y Seguridad

Schwartz, N. A., y Tunyavongs, T. T. (2012). America's Air Force: strong, indispensable, and ready for the twenty-first century. Strategic Studies Quarterly, 6(3), 3+. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A302117111/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=1a6cc7d1

Serrano, J. M. (2017). La industria de guerra alemana como elemento de planificación estratégica durante la Segunda Guerra Mundial. Revista de Estudios en Seguridad Internacional, 3(2), 77-96. http://dx.doi.org/10.18847/l.6.5

Stone, M. (2009). Security According to Buzan: A Comprehensive Security Analysis. Security Discussion Papers Series, Paper Spring 09. Paris: GEEST. https://www.semanticscholar.org/paper/Security-According-to-Buzan%3A-A-Comprehensive-Stone/4bca7cbbacd65c0f7d46f39b58a3739918c1607e#citing-papers

Stringer, J. (2022). Air power 2010—2020: from helmand to hypersonics. AEther: A Journal of Strategic Airpower & Spacepower, 1(1), 138–147. https://www.jstor.org/stable/48651815

Sun Tzu (2021). *El arte de la guerra* (Barrera, J., Traductor). (2019. Editorial Panamericana ISBN 978958305852-3. (Obra Original the Art of War publicada en 1963).

U.S. Department of State. (2022). Ficha Informativa: Estrategia de Seguridad Nacional del Gobierno Biden-Harris - United States Department of State. U.S. Department of State. https://www.state.gov/translations/spanish/ficha-informativa-estrategia-de-%E2%81%A0seguridad-nacional-del-gobierno-biden-harris/

Venable, H. P. (2022). Studying airpower eight essential themes for practitioners. AEther: A Journal of Strategic Airpower & Spacepower, 1(3), 49+. https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A720052915/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=d077429e

Warden, J. A. (2011). Strategy and Airpower. Air and Space Power Volume XXV, No. 1. Páginas 64-77. https://www.files.ethz.ch/isn/135970/2011_vol%2025_nr%201.pdf

Waterbury, J. (2016). Gulf Security and the U.S. Military: Regime Survival and the Politics of Basing. Foreign Affairs, 95(2). https://link-gale-com.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/apps/doc/A444942402/GPS?u=esdegue&sid=bookmark-GPS&xid=48efd6fb

Wolfendale, J y Portis, S. (2021) Toxic Warrior Identity, Accountability, and Moral Risk. Journal of Military Ethics 20:3-4, pages 163-179.

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

Recebido/Submission: 01/05/2023
Aceitação/Acceptance: 06/07/2023

# Tendencias investigativas en el uso de Machine Learning en la ciberseguridad

Diana Marleny Ramírez Ramírez[1], Luis Fernando Garcés-Giraldo[2], Teddy Doria-Orozco[3], Sebastián Franco-Castaño[1], Alejandro Valencia-Arias[2,4], Paula Andrea Rodríguez-Correa[5], Jenner Espinoza Román[6]

**dianaramirez286738@correo.itm.edu.co; lgarces@americana.edu.co; semillero@iumafis.edu.co; sebastianfranco@itm.edu.co; jvalencia@americana.edu.co; cies4@escolme.edu.co; jespinozar@usmp.pe**

[1] Instituto Tecnológico Metropolitano, Cra 65 # 98ª-75, 050034, Medellín-Antioquia, Colombia

[2] Corporación Universitaria Americana, Cl. 50 #43-65, Medellín, Colombia

[3] Institución Universitaria Marco Fidel Suárez., Cl 48 #Nº 50-30, Bello, Colombia

[4] Universidad Ricardo Palma, 33, Av. Alfredo Benavides 5440, Santiago de Surco 15039, Perú

[5] Institución Universitaria Escolme, Cl. 50 ##40-39., Medellín, Colombia

[6] Universidad San Martín de Porres, Jr. Las, Calandrias N° 151 – 291, Santa Anita 15011, Lima, Perú

**Pages: 60-72**

**Resumen:** El aumento de datos en línea ha generado la necesidad de proteger la privacidad de los usuarios a través de la ciberseguridad. El aprendizaje automático se utiliza para detectar intrusos, pero existen limitaciones. Por lo que el objetivo es inquirir sobre las tendencias investigativas sobre el uso de Machine Learning en la ciberseguridad en los últimos cinco años. El artículo utiliza análisis bibliométrico para evaluar la actividad científica del uso de Machine Learning en la ciberseguridad. Se emplean los criterios de PRISMA 2020 en las bases de datos Scopus y Web of Science. Los principales resultados reflejan un crecimiento de la temática entre 2021 y 2022, siendo Estados Unidos y China los países líderes en investigación. Se discute sobre las principales temáticas como Deep Learning y detección de intrusos, así como de palabras emergentes como LSTM y sistemas multiagentes. Se concluye sobre la necesidad de futuras investigaciones en estas áreas.

**Palabras-clave:** Detección de intrusos; Aprendizaje Profundo; PRISMA-2020; Privacidad de los usuarios; Agenda de investigación.

***Bibliometric analysis on the use of Machine Learning in cybersecurity***

***Abstract:*** The increase in online data has generated the need to protect user privacy through cybersecurity. Machine learning is used to detect intruders, but there are limitations. Therefore, the goal is to investigate research trends on the use of Machine Learning in cybersecurity in the past five years. The article uses bibliometric analysis to evaluate scientific activity on the use of Machine1Learning

in cybersecurity, employing PRISMA 2020 criteria on Scopus and Web of Science databases. The main results reflect growth in the subject between 2021 and 2022, with the United States and China as the leading research countries. Discussions cover main topics such as Deep Learning and intrusion detection, as well as emerging words such as LSTM and multi-agent systems. The conclusion emphasizes the need for future research in these areas.

***Keywords:*** Intrusion detection; Deep Learning; PRISMA-2020; User privacy; Research agenda.

## 1. Introducción

El mundo actual está altamente interconectado en la red debido a la universalidad de pequeños dispositivos personales como teléfonos inteligentes, así como de grandes dispositivos o servicios informáticos tales como computación en la nube o banca en línea; por lo tanto, cada minuto que pasa se generan millones de bytes de datos; procesados, intercambiados, compartidos y utilizados para producir resultados en aplicaciones específicas (Dasgupta, Akhtar y Sen 2022). Por ende, proteger los datos, las máquinas y la privacidad de los usuarios en el ciberespacio se ha convertido en una de las principales preocupaciones de las personas, las organizaciones comerciales y los gobiernos nacionales (Dasgupta, Akhtar y Sen 2022).

La ciberseguridad es un conjunto de tecnologías y procesos diseñado para proteger computadoras, redes, programas, acceso no autorizado, alteración o destrucción (Xin et al, 2018); la seguridad de cómputo es proteger la integridad de los datos, redes y programas de amenazas cibernéticas (Shaukat et al, 2020); éste es uno de los componentes básicos que necesita cada vez más atención en las aplicaciones de Internet de las cosas (IoT), el cual se ha convertido en un objetivo popular para los atacantes que buscan datos confidenciales y personales del usuario, infraestructura informática para ataques masivos o destinados a comprometer aplicaciones críticas (Boukerche y Coutinho, 2020).

La seguridad cibernética ha recibido recientemente una enorme atención debido a la popularidad del Internet de las cosas (IoT), el tremendo crecimiento de las redes informáticas y la gran cantidad de aplicaciones relevantes (Shaukat et al, 2020). Internet es una colección universal de millones de distintas computadoras interconectadas, redes y dispositivos asociados (Shaukat et al, 2020); Si bien los sistemas de control en red ofrecen una multitud de beneficios económicos y operativos, la mayor dependencia de las redes de comunicación compartidas conlleva una serie de desafíos fundamentales que deben abordarse (Zedan y El-Farra, 2021). Por otro lado, las técnicas de aprendizaje automático están desempeñando su papel en ambos lados de la red, es decir, del lado del atacante y del lado del defensor (Shaukat et al, 2020). En el lado del atacante, se emplean técnicas de Machine Learning (ML) para atravesar el muro de defensa (Shaukat et al, 2020). Por el contrario, en el lado de la defensa, las técnicas de ML se aplican para crear estrategias de defensa rápidas y sólidas (Shaukat et al 2020).

Así, detectar varios ciberataques o anomalías en una red y la construcción de un sistema de detección de intrusos eficaz, desempeña un papel esencial en la actualidad debido a que la seguridad es cada vez más importante (Sarker et al 2020). La inteligencia artificial, en particular las técnicas de Machine Learning, se pueden utilizar para construir un

sistema inteligente de detección de intrusos basado en datos (Sarker et al 2020) pero existen grandes desafíos en garantizar la confiabilidad de los sistemas, estos desafíos han motivado un importante y creciente cuerpo de trabajo de investigación sobre el análisis y diseño de sistemas de control en red (Zedan y El-Farra, 2021); de ahí los sistemas de detección (IDS) que incluyen cortafuegos, software antivirus e intrusión que ayudan a descubrir, determinar e identificar el comportamiento no autorizado del sistema, como el uso, la copia, modificación y destrucción (Xin et al, 2018); dichos sistemas funcionan basados en firmas o reglas que detectan y analizan ataques; en los sistemas de detección de intrusos basados en firmas, IDS se comparan los datos en la red con los patrones de ataque en su base de datos. Si se encuentra una coincidencia, se genera una alarma (Kilincer, Ertam y Sengur, 2021).

Sin embargo, autores como Dasgupta, Akhtar y Sen (2022) y Bitton et al (2023) indican que esta temática aún tiene limitaciones cuando afirman que si bien los ataques cibernéticos a los sistemas de Machine Learning pueden ser dañinos, hoy en día, los profesionales de la seguridad están mal equipados y carecen de metodologías y herramientas tácticas que les permitan analizar los riesgos de seguridad de sus sistemas basados en ML. Comparativamente, se tienen pocos estudios de revisión de literatura que recopilen el estado actual de la literatura científica sobre el uso de ML en la ciberseguridad, es imperativo sistematizar (Dasgupta, Akhtar y Sen 2022).

En consecuencia, a los vacíos del tema, este articulo tiene como objetivo inquirir sobre las tendencias investigativas sobre el uso de Machine Learning en la ciberseguridad en los últimos cinco años. Para ello se formula un conjunto de preguntas de investigación que permiten alcanzar el objetivo trazado de la siguiente manera:

- ¿Cuáles son los años donde más intereses se ha presentado sobre Machine Learning en la ciberseguridad?
- ¿Qué tipo de crecimiento presenta la cantidad de artículos científicos referentes a Machine Learning en la ciberseguridad?
- ¿Cuáles son los principales referentes investigativos sobre Machine Learning en la ciberseguridad?
- ¿Cuál es la evolución temática derivada de la producción científica sobre Machine Learning en la ciberseguridad?
- ¿Cuáles son las palabras clave crecientes y emergentes en el campo de investigación del uso Machine Learning en la ciberseguridad?

Este artículo se llevó a cabo en seis secciones: la primera muestra el resumen donde se describe la investigación, en la segunda la introducción que permite un acercamiento amplio con este trabajo de investigación, en la tercera se expone la metodología, la cuarta está comprendida por los resultados donde se presentan los principales hallazgos, la quinta sección contempla las discusiones y por último se presentan las conclusiones a las que se llegaron a partir de la investigación.

## 2. Metodología

Para dar cumplimiento al objetivo y a las preguntas de investigación planteados, se propone un análisis bibliométrico el cual permite explorar, detectar y mostrar información relevante y significativa en gran volumen de documentos, cuyos resultados constituyen

una fuente de información útil para evaluar la actividad científica (Solano et al, 2009). De esta manera aumentar las causas de minucia y repetibilidad del diseño metodológico el cual se realiza partiendo de los criterios descritos en la declaración PRISMA 2020 para revisiones de literatura por medio de la cual se definen criterios de elegibilidad, fuente de información, estrategia de búsqueda y gestión de los datos obtenidos de la ejecución de esta estrategia en la fuente de datos seleccionada (Page et al, 2021)

### 2.1. Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad contemplados en la declaración PRISMA 2020 se distribuyen en dos grupos: los criterios de inclusión que apuntan a la relación de artículos que contienen en sus metadatos como lo son el titulo y palabras clave, la unión del uso de Machine Learning y sus sinónimos con la Ciberseguridad y las diferentes maneras de citarla para este caso, y los criterios de exclusión que a su vez se delimitan en tres fases secuenciales nombradas cribado. En primer lugar, se excluyeron en su totalidad los elementos apreciados como errores tipológicos de indexación por cada fuente de información. Luego, se tiene la fase de exclusión de registros de texto completo, que no aplica para el análisis bibliométrico, en tanto que está pensando para revisiones sistemáticas de literatura (Page et al., 2021). Por último, se suprimieron todos los documentos derivados de actas de conferencia, del mismo modo aquellos que sus metadatos estaban incompletos, puesto que limitan el análisis bibliométrico.

### 2.2. Fuente de información

Las fuentes de información de la presente investigación corresponden a los documentos científicos relacionados con el uso de Machine Learning en la Ciberseguridad, alojados en las bases datos Web of Science y Scopus que según Singh et al (2021) han sido las dos bases de datos más utilizadas para los análisis bibliométricos.

### 2.3. Estrategia de búsqueda

Para realizar una búsqueda eficiente en ambas bases de datos, de modo tal que todas las palabras clave definidas como criterios de inclusión puedan estar contenidas, se diseñan dos ecuaciones especializadas de búsqueda semejantes, cuya única variación se da a partir de la interfaz de búsqueda de cada base de datos. En ese sentido, se tienen las siguientes ecuaciones de búsqueda:

Para la base de datos Scopus: (TITLE (“Machine Learning” OR machine-learning ) AND TITLE ( cybersecurity OR “Cyber security” OR “Cyber crime*” OR cybercrime* OR “Cyber attack*” OR cyberattack* OR “Cyber terrorism” OR cyberterrorism OR “Cyber warfare” OR “Cyber espionage” OR “Computer security” OR “Data security” ) )

Para la base de datos Web of Science: (TI= (“Machine Learning” OR Machine-learning) AND TI= ( Cybersecurity OR “Cyber security” OR “Cyber crime*” OR Cybercrime* OR “Cyber attack*” OR Cyberattack* OR “Cyber terrorism” OR Cyberterrorism OR “Cyber warfare” OR “Cyber espionage” OR “Computer security” OR “Data security” ) )

## 2.4. Gestión de datos

Inmediatamente después de materializada la estrategia de búsqueda, se obtuvo un total de 483 documentos iniciales de las bases de datos Scopus y Web of Sciencie, 365 y 118 respectivamente, los cuales serán analizados y tratados mediante la herramienta informática de Microsoft Excel y el software de acceso gratuito VOSviewer, por medio de los cuales, se aplicaron los criterios bibliométricos que propenden por una calificación mensurable, objetiva y multidimensional según lo afirma Wilches y Midian (2022).

## 2.5. Proceso de selección

El desarrollo de la metodología se realiza por cada uno de los autores del artículo de forma independiente y las diferencias son tratadas colectivamente, en recopilación del proceso se tiene la figura 1 donde se muestra la primera fase de identificación, la segunda de cribado con las tres fases de exclusión definidas y por último se tienen 184 artículos que serán estudiados en el presente análisis bibliométrico.

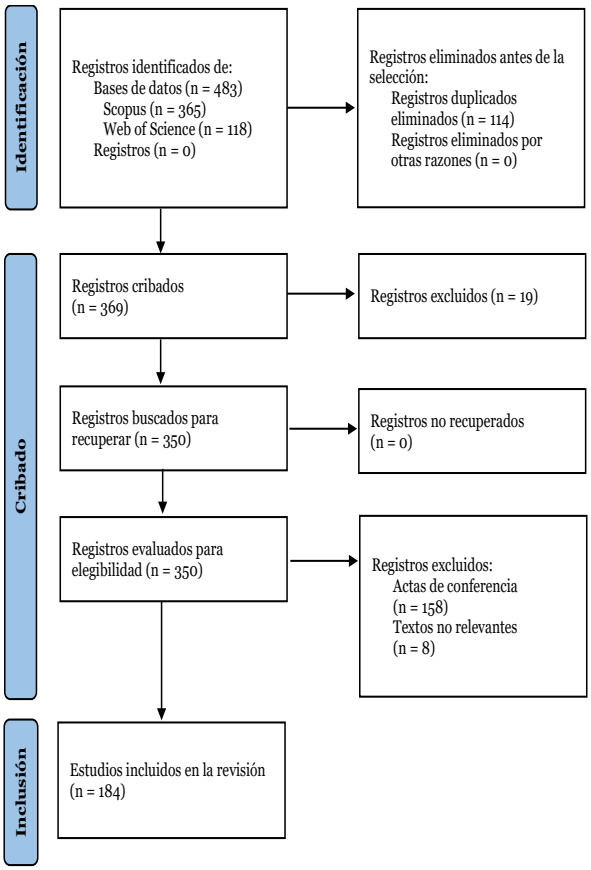



Figura 1 – Diagrama de flujo PRISMA.

## 3. Resultados

En esta sección se exponen los resultados en concordancia con el objetivo propuesto, respondiendo a las tres primeras preguntas de investigación, se puntualizan los aspectos bibliométricos del presente análisis relativos al uso de Machine Learning en la ciberseguridad, donde se examinan los componentes asociados a las tendencias investigativas considerando el tipo de crecimiento que presenta la cantidad de artículos científicos relacionados con la temática, los años donde se ha presentado más interés sobre el uso de Machine Learning en la ciberseguridad y los principales referentes investigativos; más adelante se analizan la evolución temática y las palabras clave crecientes y emergentes en el campo de estudio.

El primer apartado a considerar son las publicaciones por año en el cual se puede observar a través de la figura 2, que la primera publicación se dio en el año 2014 en el que se realizó un experimento con herramientas de ataque cibernético con el objetivo de entrenar la máquina y discutir acerca de estas herramientas básicas en la recopilación de datos (Khorshed, Ali y Wasimi, 2014).




Figura 2 – Publicaciones por año.

No obstante, no fue sino hasta el 2020 donde se evidencia mayor crecimiento e interés de los investigadores en el tema de Machine Learning en la ciberseguridad, alcanzando el máximo de publicaciones en el 2022 en que se publicaron un total de 69 artículos científicos, entre los que se encuentra el trabajo de Ferrag et al (2022), en el que se revisó y analizó los sistemas de detección de intrusos para la ciberseguridad de Agricultura 4.0. Del mismo modo, la investigación de Bout, Loscri y Gallais (2022), "How Machine Learning Changes the Nature of Cyberattacks on IoT Networks: A Survey" que pretendía identificar y discutir las ventajas de la elaboración de ataques ML y las posibles soluciones ya evocadas en la literatura; presentando un crecimiento polinomial cuadrático y una regresión lineal de 97 puntos que aumenta a medida que evoluciona la atención por la temática relacionando el número de artículos con el paso del tiempo, siendo coherente al interés que presenta la materia en la actualidad.

Con respecto a los principales autores se puede apreciar en la figura 3 los autores con más impacto medidos por el número de citaciones de sus artículos, en esta categoría se encuentran Buczak AL y Guven E, quienes afirman que un aspecto crucial de Machine Leaning y minería de Datos para la detección de intrusiones cibernéticas es la importancia de los conjuntos de datos para entrenar y probar los sistemas (Buczak y Guven, 2015), dicho trabajo ha sido citado 1.587 veces en total, sin embargo, no se posicionan entre los más productivos.

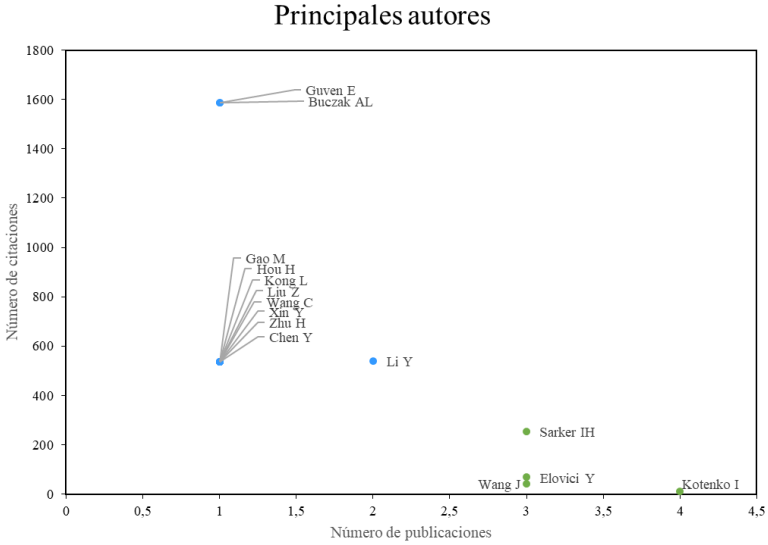



Figura 3 – Principales autores.

Por otro lado se tiene el autor con más contribuciones, Kotenko I con un total de 4 aportes, aunque sus artículos en la actualidad no presentan un alto impacto en la comunidad académica, en su trabajo más importante propuso un análisis estático de los sistemas de información para la seguridad cibernética del internet de las cosas enfocando una encuesta al aprendizaje automático, donde concluyó que para seguir el concepto de un marco inteligente (para la análisis estático del internet de las cosas), es necesario crear su arquitectura, síntesis de los algoritmos básicos, su implementación como prototipo y prueba en las "condiciones de campo de batalla" (Kotenko, Izrailov y Buinevich, 2022).

También se perciben otros autores productivos como Elovici Y, Sarker IH y Wang J con 3 divulgaciones cada uno, para los cuales, Sarker se postula como el más influyente debido a que sus trabajos han sido citados en más ocasiones, su investigación " Cibersecurity data science: an overview from macnine learning perspective" ha recibido 148 citas, en la cual se presentó como objetivo no solo discutir la ciencia de datos de seguridad cibernética y los métodos relevantes, sino también enfocar la aplicabilidad hacia la toma de decisiones inteligente basada en datos para proteger los sistemas de los ataques cibernéticos (Sarker et al, 2020).

En lo que a los países respecta, la figura 4 da cuenta de cuáles son los máximos referentes investigativos en el plano global donde se ubica Estados Unidos siendo el país más productivo en número de investigaciones y con más cantidad de citas en sus artículos, allí se puede contemplar "A Survey of Data Mining and Machine Learning Methods for Cyber Security Intrusion Detection", el documento describe la revisión de la literatura de los métodos ML y DM utilizados para cibernéticos, que hizo especial hincapié en encontrar documentos de ejemplo que describieran el uso de diferentes técnicas de ML y DM en el dominio cibernético, tanto para el uso indebido como para la detección de anomalías (Buczak y Guven, 2015), seguido por la investigación de Karimipour (2019),en la cual se propuso una detección de anomalías no supervisada basada en la correlación estadística entre mediciones con el objetivo de diseñar un motor de detección de anomalías escalable adecuado para redes inteligentes a gran escala, que pudiera diferenciar una falla real de una perturbación y un ciberataque inteligente.

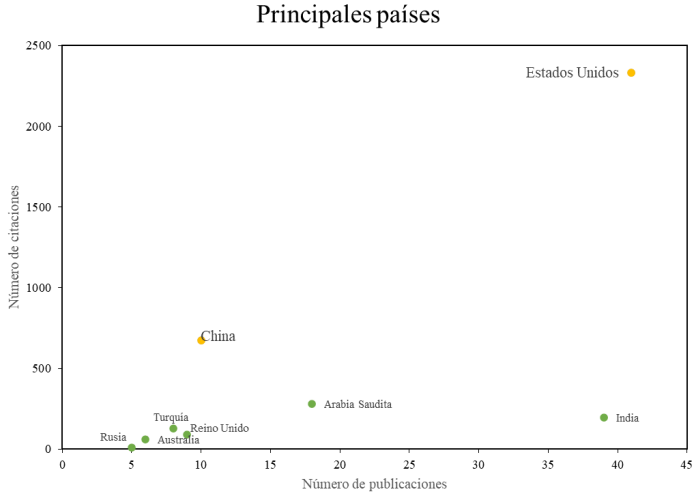



Figura 4 – Principales países.

En segundo lugar, se posiciona China con un total de 10 estudios relacionados con el uso de Machine Learning en la ciberseguridad de los cuales el más notable es "Machine Learning and Deep Learning Methods for Cybersecurity", en que se presentó un informe del sondeo describiendo encuestas bibliográficas clave sobre métodos de aprendizaje automático (Machine Learning) y aprendizaje profundo (Deep Learning) para el análisis de redes de detección de intrusiones (Xin et al, 2018), el mismo recibió 536 citaciones.

Entre los países con más publicaciones se encuentran India y Arabia Saudita, de los que se destacan "Machine learning in cybersecurity: A review" y "IntruDTree: A machine learning based cyber security intrusion detection model", producidos en India y Arabia Saudita respectivamente; en el primero se analizaron varias áreas de ciberseguridad en las que se utiliza el aprendizaje automático como herramienta (Handa, Sharma y Shukla, 2019) y en el segundo se presentó un modelo de seguridad basado en el aprendizaje

automático del árbol de detección de intrusos (“IntruDTree”) que primero tiene en cuenta la clasificación de las características de seguridad según su importancia y luego construye un modelo basado en el árbol (Sarker et al, 2020).

## 4. Discusión

Después de contemplar los hallazgos asociados a la producción científica, se abordan los elementos temáticos en seguimiento de la actividad relacionada a ideas fundamentales, como son las tendencias investigativas y las palabras más relevantes. En la figura 5 se muestra un análisis del desarrollo de la literatura, donde se evidencia una evolución desde el año 2016 donde es muy frecuente el Data Mining como concepto más estudiado en este periodo, teniendo que la minería de datos se centra en el descubrimiento de propiedades previamente desconocidas en los datos, no necesita un objetivo específico del dominio, sino que se enfoca en encontrar conocimiento nuevo e interesante (Buczak y Guven, 2015).

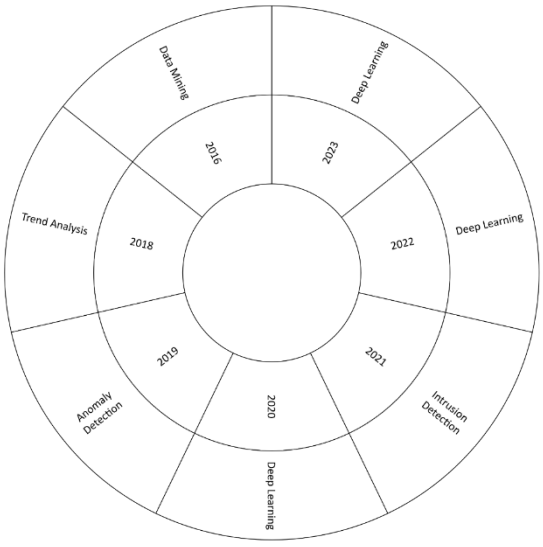



Figura 5 – Evolución temática.

Para el 2018 y 2019 se contemplan los conceptos de Trend Analysis, incluido en la revisión bibliográfica de Makawana y Jhaveri (2018) quienes, para ilustrar a los investigadores sobre las tendencias recientes en esta área de investigación (aprendizaje automático para hacer frente a las amenazas de ciberseguridad), analizaron 149 trabajos de investigación desde enero de 2015 hasta diciembre de 2016 y presentaron una vista gráfica y organizada de los trabajos de investigación referidos. Y Anomaly Detection, presente en “An Intelligent Secured Framework for Cyberattack Detection in Electric Vehicles CAN Bus Using Machine Learning”, donde se propuso un modelo efectivo de detección de anomalías basado en una máquina de vector de soporte de una clase

modificada en el tráfico CAN, los resultados experimentales indican que el método propuesto logró la tasa más alta de tasa de verdaderos positivos (TPR) y la tasa más baja de falsos positivos (FPR) para la detección de anomalías (Avatefipour et al, 2019).

En 2020 toma mayor relevancia el concepto Deep Learning, conservando su vigencia en 2022 y 2023, entendiendo que el aprendizaje profundo puede considerarse como un subconjunto del aprendizaje automático, algunos artículos han utilizado el término de aprendizaje profundo en lugar de aprendizaje automático en el manejo de la seguridad cibernética (Shaukat et al, 2020), de la misma manera Alshehri et al (2023) aplican la metodología de Deep learning conocida en el campo disciplinario de Machine Learning, para reconocer el comportamiento del usuario y así extraer características para mapear dicho comportamiento.

Igualmente se tiene la figura 6 en que se distinguen 25 palabras clave entorno a su vigencia y frecuencia, mediante una figura de plano cartesiano en el cual se enlazan las variables de año promedio de uso con frecuencia de la palabra clave. Para ello se dividieron los resultados en cuatro cuadrantes, siendo el I donde se localizan las palabras con mayor novedad y periodicidad; el II por su parte, alberga aquellos conceptos que de igual manera son novedosos, manteniendo su vigencia pero con una frecuencia más baja, lo que los posiciona como conceptos emergentes en el campo; el III se tiene conceptos de poca frecuencia y poca vigencia, por último, los pertenecientes al cuadrante IV se caracterizan por tener poca vigencia pero son muy frecuentes, por ello se consideran decrecientes.

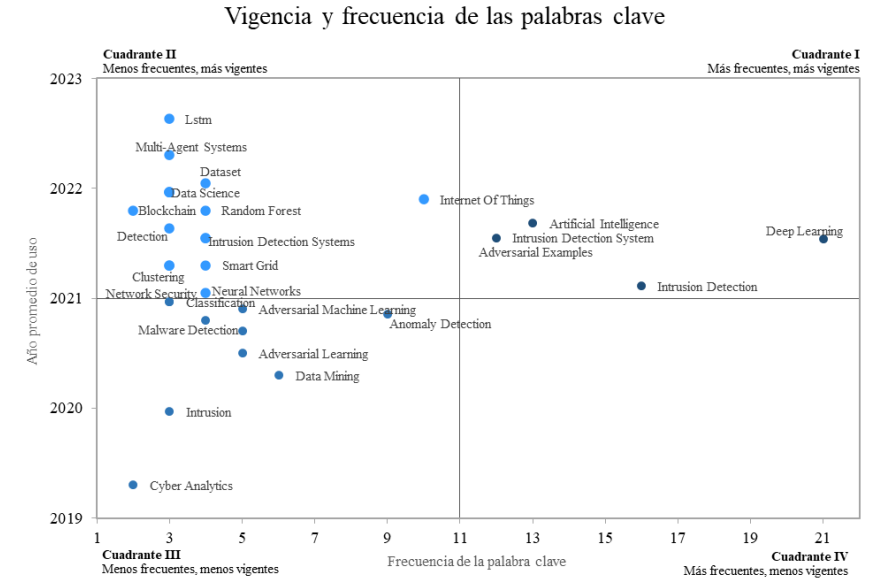



Figura 6 – Vigencia y frecuencia de las palabras clave.

De lo antes planteado, se ratifica Deep Learning como la palabra con más relevancia para el presente análisis, acompañado por Artificial Intelligence, Intrusion Detection System Adversarial Examples e Intrusion Detection, ubicadas en el primer cuadrante, los cuales relacionan los conceptos crecientes en la temática, se incluyen documentos que proporcionan una descripción general completa de los desafíos que enfrentan las técnicas de ML para proteger el ciberespacio contra ataques, que además, presentan una literatura sobre técnicas de ML para la seguridad cibernética que incluye detección de intrusos, detección de spam y detección de malware en redes informáticas y redes móviles en los últimos años (Shaukat et al, 2020), también postulan que debido a la accesibilidad de grandes volúmenes de datos y a los ciberdelincuentes que intentan obtener acceso ilegal a la infraestructura cibernética, se han explorado varias técnicas de inteligencia artificial y Machine Learning, debido a que las soluciones de ciberseguridad basadas en ML, tanto ofensivas como defensivas, pueden manejar y analizar cantidades de datos y una lógica de detección compleja donde los métodos tradicionales tendrían dificultades (Aiyanyo, Samuel y Lim, 2020).

Posteriormente se tiene el segundo cuadrante donde están contenidas las palabras emergentes, entre las que se tienen conceptos como Lstm, Multi-Agent Systems, Blockchain y Neural Network, todos relacionados con inteligencia artificial, la cual se ha difundido en muchas áreas de nuestra vida privada y profesional(Meske et al, 2022). La inteligencia artificial se está perfilando como una de las tecnologías con mayor proyección, con un potencial de transversalidad que hace que tenga aplicación en todos los campos e industrias( Pérez, 2022).

## 5. Conclusiones

Se tiene que la literatura científica sobre el uso de Machine Learning en la ciberseguridad data del año 2014; no obstante, el principal interés sobre la temática se ha dado en los años 2021 y 2022, demostrando un crecimiento polinomial cuadrático de un 97,46% en la cantidad de artículos. En términos de referentes investigativos, se tiene que los principales autores son Guven E y Buczak AL, mientras que los países líderes en la investigación sobre la temática son Estados Unidos y China.

En términos del análisis de palabras clave, se tiene que la evolución temática en la literatura científica alrededor del uso de Machine Learning en la ciberseguridad refleja el cambio entre las primeras investigaciones donde se estudió principalmente la minería de datos, en comparación con las investigaciones de los últimos años que consideran el análisis de la detección de intrusos y la importancia del Deep Learning o aprendizaje profundo. Finalmente, las principales palabras clave en crecimiento dentro del cuerpo científico del uso de Machine Learning en la ciberseguridad son Deep Learning, detección de intrusos e Inteligencia Artificial, mientras que las principales palabras clave emergentes son LSTM, sistemas multiagentes, Dataset y las ciencias de datos. Se requiere una investigación adicional en esta área importante.

## Referencias

Aiyanyo, I. D., Samuel, H., & Lim, H. (2020). A systematic review of defensive and offensive cybersecurity with machine learning. Applied Sciences, 10(17), 5811. https://doi.org/10.3390/app10175811

Alshehri, A., Khan, N., Alowayr, A., & Alghamdi, M. Y. (2023). Cyberattack Detection Framework Using Machine Learning and User Behavior Analytics. COMPUTER SYSTEMS SCIENCE AND ENGINEERING, 44(2), 1679-1689. http://dx.doi.org/10.32604/csse.2023.026526

Avatefipour, O., Al-Sumaiti, A. S., El-Sherbeeny, A. M., Awwad, E. M., Elmeligy, M. A., Mohamed, M. A., & Malik, H. (2019). An intelligent secured framework for cyberattack detection in electric vehicles' CAN bus using machine learning. IEEE Access, 7, 127580-127592. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937576

Bitton, R., Maman, N., Singh, I., Momiyama, S., Elovici, Y., & Shabtai, A. (2023). Evaluating the Cybersecurity Risk of Real-world, Machine Learning Production Systems. ACM Computing Surveys, 55(9), 1-36. https://doi.org/10.1145/3559104

Boukerche, A., & Coutinho, R. W. (2020). Design guidelines for machine learning-based cybersecurity in internet of things. IEEE Network, 35(1), 393-399. 10.1109/MNET.011.2000396

Bout, E., Loscri, V., & Gallais, A. (2022). How Machine Learning changes the nature of cyberattacks on IoT networks: A survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 24(1), 248-279. 10.1109/COMST.2021.3127267

Buczak, A. L., & Guven, E. (2015). A survey of data mining and machine learning methods for cyber security intrusion detection. IEEE Communications surveys & tutorials, 18(2), 1153-1176. 10.1109/COMST.2015.2494502

Dasgupta, D., Akhtar, Z., & Sen, S. (2022). Machine learning in cybersecurity: a comprehensive survey. The Journal of Defense Modeling and Simulation, 19(1), 57-106. https://doi.org/10.1177/1548512920951275

Ferrag, M. A., Shu, L., Friha, O., & Yang, X. (2022). Cyber security intrusion detection for agriculture 4.0: machine learning-based solutions, datasets, and future directions. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 9(3), 407-436. 10.1109/JAS.2021.1004344

Handa, A., Sharma, A., & Shukla, S. K. (2019). Machine learning in cybersecurity: A review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 9(4), e1306. https://doi.org/10.1002/widm.1306

Karimipour, H., Dehghantanha, A., Parizi, R. M., Choo, K. K. R., & Leung, H. (2019). A deep and scalable unsupervised machine learning system for cyber-attack detection in large-scale smart grids. IEEE Access, 7, 80778-80788. 10.1109/ACCESS.2019.2920326

Khorshed, M. T., Ali, A. S., & Wasimi, S. A. (2014). Combating Cyber Attacks in Cloud Systems Using Machine Learning. Security, Privacy and Trust in Cloud Systems, 407-431. 10.1016/j.future.2012.01.006

Kilincer, I. F., Ertam, F., & Sengur, A. (2021). Machine learning methods for cyber security intrusion detection: Datasets and comparative study. Computer Networks, 188, 107840 https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.107840

Kotenko, I., Izrailov, K., & Buinevich, M. (2022). Static analysis of information systems for IoT cyber security: a survey of machine learning approaches. Sensors, 22(4), 1335. ttps://doi.org/10.3390/s22041335

Makawana, P. R., & Jhaveri, R. H. (2018). A bibliometric analysis of recent research on machine learning for cyber security. Intelligent Communication and Computational Technologies: Proceedings of Internet of Things for Technological Development, IoT4TD 2017, 213-226. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5523-2

Meske, C., Bunde, E., Schneider, J., & Gersch, M. (2022). Explainable artificial intelligence: objectives, stakeholders, and future research opportunities. Information Systems Management, 39(1), 53-63. https://doi.org/10.1080/10580530.2020.1849465

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. International journal of surgery, 88, 105906. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906

Pérez Rodríguez, L. C. (2022). Inteligencia artificial y Big data en ciudades inteligentes. Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.12010/28702

Sarker, I. H., Abushark, Y. B., Alsolami, F., & Khan, A. I. (2020). Intrudtree: a machine learning based cyber security intrusion detection model. Symmetry, 12(5), 754. https://doi.org/10.3390/sym12050754

Sarker, I. H., Kayes, A. S. M., Badsha, S., Alqahtani, H., Watters, P., & Ng, A. (2020). Cybersecurity data science: an overview from machine learning perspective. Journal of Big data, 7, 1-29.

Shaukat, K., Luo, S., Varadharajan, V., Hameed, I. A., & Xu, M. (2020). A survey on machine learning techniques for cyber security in the last decade. IEEE Access, 8, 222310-222354. 10.1109/ACCESS.2020.3041951

Shaukat, K., Luo, S., Varadharajan, V., Hameed, I. A., Chen, S., Liu, D., & Li, J. (2020). Performance comparison and current challenges of using machine learning techniques in cybersecurity. Energies, 13(10), 2509. https://doi.org/10.3390/en13102509

Solano López, E., Castellanos Quintero, S., López Rodríguez del Rey, M., & Hernández Fernández, J. (2009). MediSur, 7(4), 59-62. La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada.

Wilches, J. H. & Midian, C. P. (2022). Indicadores bibliométricos: impacto y altmetrics para una evaluación amplia y equitativa de las revistas científicas de Colombia.

Xin, Y., Kong, L., Liu, Z., Chen, Y., Li, Y., Zhu, H., ... & Wang, C. (2018). Machine learning and deep learning methods for cybersecurity. Ieee access, 6, 35365-35381. 10.1109/ACCESS.2018.2836950

Zedan, A., & El-Farra, N. H. (2021). A machine-learning approach for identification and mitigation of cyberattacks in networked process control systems. Chemical Engineering Research and Design, 176, 102-115. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2021.09.016

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

Recebido/Submission: 16/06/2023
Aceitação/Acceptance: 20/08/2023

# Tendencias investigativas en ciberseguridad del Internet de las Cosas (IoT)

Alexandra Babilonia Ospina[1], Luis Fernando Garcés-Giraldo[2], Alejandro Valencia-Arias[2,3], María Camila Bermeo-Giraldo[4], Ledy Gómez-Bayona[5], Juan Camilo Patiño-Vanegas[1], Raúl Bao García[6]

**alexandrababilonia280031@correo.itm.edu.co; lgarces@americana.edu.co; jvalencia@americana.edu.co; cies2@escolme.edu.co; ledy.gomez@usbmed.edu.co; juanpatino@itm.edu.co; rbaog@usmp.pe**

[1] Instituto Tecnológico Metropolitano, Cra 65 # 98ª-75, 050034, Medellín-Antioquia, Colombia

[2] Corporación Universitaria Americana, Cl. 50 #43-65, Medellín, Colombia

[3] Universidad Ricardo Palma, 33, Av. Alfredo Benavides 5440, Santiago de Surco 15039, Perú

[4] Institución Universitaria Escolme, Cl. 50 ##40-39., Medellín, Colombia

[5] Universidad de San Buenaventura, 050010, Medellín-Antioquia, Colombia

[6] Universidad San Martín de Porres, Jr. Las, Calandrias N° 151 – 291, Santa Anita 15011, Lima, Perú

**Pages: 73-86**

**Resumen:** El Internet de las Cosas (IoT) es una tecnología que conecta objetos físicos a internet. No obstante, una de las principales preocupaciones se asocia con la seguridad, por lo que, entre tanto, se requiere investigar sobre medidas de protección de la información y la privacidad en los dispositivos interconectados a través de la red. El objetivo es examinar las tendencias investigativas sobre la ciberseguridad en el internet de las cosas en las bases de datos Scopus y Web of Science. Para esto se realiza una investigación bibliométrica sobre la ciberseguridad de IoT, según criterios PRISMA 2020, en las bases de datos Web of Science y Scopus. La cantidad de artículos, desde el 2015, ha crecido de forma polinomial cuadrática, donde los países líderes en investigación son Estados Unidos, Reino Unido, España y Arabia Saudita. En la actualidad, los principales conceptos son Deep Learning y Machine Learning, teniendo algunos conceptos emergentes como la detección de ataques, el aprendizaje federado y la inteligencia artificial

**Palabras-clave:** Deep Learning; Metodología PRISMA; Machine Learning; Seguridad; Blockchain.

***Research trends in Internet of Things cybersecurity***

***Abstract:*** The Internet of Things (IoT) is a technology that connects physical objects to the internet. However, one of the main concerns is associated with security, therefore, research is required on measures to protect information and privacy in devices interconnected through the network. The aim is to examine research

trends on cybersecurity in the Internet of Things in the Scopus and Web of Science databases. To this end, bibliometric research on IoT cybersecurity is conducted, according to PRISMA 2020 criteria, in the Web of Science and Scopus databases. The number of articles, since 2015, has grown quadratically polynomially, where the leading countries in research are the United States, the United Kingdom, Spain, and Saudi Arabia. Currently, the main concepts are Deep Learning and Machine Learning, with some emerging concepts such as attack detection, federated learning, and artificial intelligence.

***Keywords:*** Deep Learning; PRISMA methodology; Machine Learning; Security; Blockchain.

## 1. Introducción

En la actualidad, la arquitectura de la información basada en internet posibilita el intercambio de bienes y servicios entre todos los equipos y objetos conectados a la red. (Salazar & Silvestre, 2016). Muñoz (2019) afirma que "el internet de las cosas (Iot) es definido como una red de objetos físicos conectados a través de internet, los cuales logran interactuar vía sistemas embebidos, redes de comunicación, mecanismos de computación de respaldo y aplicaciones típicamente en la nube" (p.13), permitiendo así la prontitud de los procesos. Así mismo, autores como Schaaf, Tekinerdogan & Catal (2021) mencionan que "el internet de las cosas se define como red de objetos físicos o cosas equipadas con hardware, software, sensores y componentes de conectividad de red" (P.1), proporcionando una relativa calidad de vida.

De acuerdo con Rahim et al. (2022) las aplicaciones de inteligencia artificial (IA) e Internet de las cosas se han vuelto más significativas, las estructuras comerciales y gubernamentales han iniciado a pensar con fuerza sobre el procesamiento y análisis de datos. Así mismo, según Huma et al. (2021) "este concepto está introduciendo rápidamente nuevas tendencias en el desarrollo de ideas de negocios, procesos industriales, servicios logísticos y muchas otras iniciativas estratégicas para impulsar las industrias nacionales" (p.2), que están evolucionando cada vez más. Gracias a esta nueva concepción del sistema, internet ahora incorpora más del 99% de los objetos y espacios que regularmente permanecían fuera del alcance de la red (Otero et al, 2023). A causa del aumento en el número de los diferentes dispositivos interconectados, ha sido difícil desarrollar una solución de seguridad eficaz y confiable que pueda cubrir la red contra todos los riesgos potentes de seguridad (Medina, 2021).

Una de las mayores inquietudes en el mundo digital de hoy respecto a la seguridad cibernética, está asociada al IoT, ya que, ha habido un aumento de dispositivos conectados a Internet, provocando así que los atacantes fijen más su atención en ellos. (Velázquez, Ambrosio, & Ortiz, 2021). Según Márquez (2022) "el Internet de las cosas es una de las tecnologías con mayor incursión y expansión en el mercado de servicios, haciéndola atractiva a los ciberataques debido a sus diversas vulnerabilidades, tanto en sus protocolos como en su implementación" (p.3), causando así temor en el medio digital.

Existe una necesidad de cultura de la ciberseguridad de los usuarios, pues, las amenazas y los riesgos que se presentan en el entorno de la virtualidad, provenientes del desconocimiento y las afectaciones que ello ocasiona, que al parecer son inofensivas,

repercuten de forma relevante en los derechos humanos de las victimas como la vida, integridad psicológica, intimidad, privacidad o el patrimonio (Hernández, Canizales & Páez, 2021).

Es por este tipo de acontecimientos que se debe hacer un llamamiento a la educación, formación y concientización de todos los actores inmersos en el tema de la ciberseguridad, puesto que supone un tema de gran interés para la seguridad de las diferentes organizaciones e instituciones que cada día se envuelven más a través de la tecnología y las redes de información (Carrillo, Zambrano, Cantos & Bravo, 2019).

De acuerdo con el informe realizado por el portal estadístico Statista (2021), el número de publicaciones de artículos en el área de la ciberseguridad del IoT ha aumentado notablemente en los últimos años, ya que, en el año 2015, se publicaron aproximadamente 500 artículos sobre esta temática y en el año 2020, el número de publicaciones incrementó a más de 11,000, evidenciando así un aumento relevante en el interés y la investigación científica en el tema de la ciberseguridad del loT, mencionando específicamente la producción académica en su generalidad, sin realizar un filtro o discriminación de uso de bases de datos específicas.

Teniendo en cuenta el crecimiento masivo de los productos de Internet de las cosas y los sistemas de transporte inteligente (ITS), el desafío del desarrollo de software al abordar las preocupaciones de seguridad y protección de estos dispositivos seguirá aumentando. Por lo tanto, el objetivo es examinar las tendencias investigativas sobre la ciberseguridad en el internet de las cosas en las bases de datos Scopus y Web of Science, con el propósito de orientar una agenda investigativa para futuras investigaciones. Para ello, se plantean las siguientes preguntas.

- ¿Cuáles son los años donde más intereses se ha presentado sobre el tema de ciberseguridad del IoT?
- ¿Qué tipo de crecimiento presenta la cantidad de artículos científicos sobre el estudio del IoT?
- ¿Cuáles son los principales referentes investigativos sobre el tema del loT?
- ¿Cuál es la evolución temática derivada de la producción científica sobre la IoT?
- ¿Cuáles son las palabras claves crecientes y emergentes en el campo de la investigación de la IoT?

La estructura del artículo comprende revisión de la literatura donde se realiza una revisión exhaustiva de la literatura relevante en el campo de la ciberseguridad del internet de las cosas. A través de la sección metodológica se dará respuesta a las preguntas planteadas anteriormente, donde se describe detalladamente el diseño del estudio, incluyendo métodos utilizados para recopilar y analizar los datos. Luego, en el apartado de los resultados se describen los hallazgos y se presentan los datos y las estadísticas relevantes. Finalmente, se interpretan los resultados y se discuten las implicaciones.

## 2. Metodología

Para los criterios de elegibilidad se tiene en cuenta los criterios de inclusión y exclusión de estudios para el análisis en el proceso de revisión. Para los criterios de inclusión, se toman todos los artículos donde los principales metadatos científicos, como título

y palabras claves posean términos como ciberseguridad e internet de las cosas, así también, sinónimos validados por tesauros como el de la UNESCO.

Para los criterios de exclusión en la investigación, basado en los ítems de la guía actualizada de la declaración PRISMA, se tienen tres fases: la primera, llamada cribado, se trata de omitir o sustraer artículos que, una vez obtenidos de la base de datos, se aprecie errores contenidos de indexación, pues afecta la posibilidad de los buscadores para rastrear o incluir información relevante y los principales metadatos de investigación. Asimismo, se excluyen todos los registros que sean diferentes o contrarios a la temática principal de la investigación.

La segunda fase de exclusión es denominada "Reports no retrieved" que son artículos sin texto completo. En esta fase se excluyen documentos que no se han recuperado a través de la herramienta de búsqueda aplicada en una investigación. Sucede por múltiples razones, como inexactitudes en la selección de palabras claves o en la elaboración de estrategias de búsqueda. Y por último, la fase de exclusión de actas de conferencia y textos no relevantes que es una etapa en el procedimiento de revisión sistemática de literatura donde se excluyen las actas de congresos y conferencias de la lista de documentos preseleccionados para ser incluidos en el estudio.

### 2.2. Fuente de información

Para llevar a cabo el análisis bibliométrico en la investigación se eligieron, como fuentes de información, las dos principales bases de datos más usadas actualmente como cobertura científica, Web of Science y Scopus. Se usan cada vez más en artículos académicos, Scopus, debido a su amplia cobertura de revistas científicas de alta calidad y su capacidad para indexar y organizar la información de manera eficiente (Moed, Markusova, Akoev, 2018).

### 2.3. Estrategia de búsqueda

Una vez establecida la fuente de información para el proceso de revisión de literatura, se propone una estrategia de búsqueda que ilustra aspectos asociados al panel de búsqueda de cada una de las bases de datos, así como los criterios de inclusión designados anteriormente, efectuados a partir de dos ecuaciones especiales de búsqueda. Para la base de datos Scopus se cuenta con la siguiente ecuación:

( TITLE ( cybersecurity OR "Cyber security" OR "Cyber crime*" OR cybercrime* OR "Cyber attack*" OR cyberattack* OR "Cyber terrorism" OR cyberterrorism OR "Cyber warfare" OR "Cyber espionage" OR "Computer security" OR "Data security" ) AND TITLE ( "Internet of Things" OR iot ) )

Por otra parte, para la base de datos Web of Science, se dispone de una ecuación similar en términos de interacción en metadatos, pero describiendo la interfaz de búsqueda de esta base de datos. Se tiene la siguiente ecuación:

( TI=( Cybersecurity OR "Cyber security" OR "Cyber crime*" OR cybercrime* OR "Cyber attack*" OR cyberattack* OR "Cyber terrorism" OR cyberterrorism OR "Cyber warfare" OR "Cyber espionage" OR "Computer security" OR "Data security" ) AND TI=( "Internet of Things" OR iot ) )

## 2.4. Gestión de datos

Al concretar la estrategia de búsqueda en las bases de datos Scopus y Web of Science y la fase de revisión de literatura, se obtuvo un total de 827 documentos científicos, de los cuales 622 provienen de la base de datos Scopus, y los 205 restantes de Web of Science. Estos documentos fueron conservados y tratados principalmente, con la herramienta de análisis de datos de Microsoft Excel, a través de ella se eliminaron los documentos duplicados y se implementaron las dos fases de exclusión nombradas en los criterios de elegibilidad, así como la elaboración de indicadores bibliométricos que posibilitan la evaluación de la productividad y el impacto de los autores, revistas y países. Los indicadores bibliométricos más utilizados para medir la actividad científica se basan en los recuentos de las publicaciones y de las citas recibidas por los trabajos publicados, así como en el impacto de las revistas de publicación (Gómez, Gutiérrez, Pinzón, 2005). Asimismo, se cuenta con el software de acceso gratuito VOSviewer, mediante el cual se realizaron indicadores de estructura que facilitaron evidenciar factores de cooperación científica y de relacionamiento temático.

## 2.5. Proceso de selección

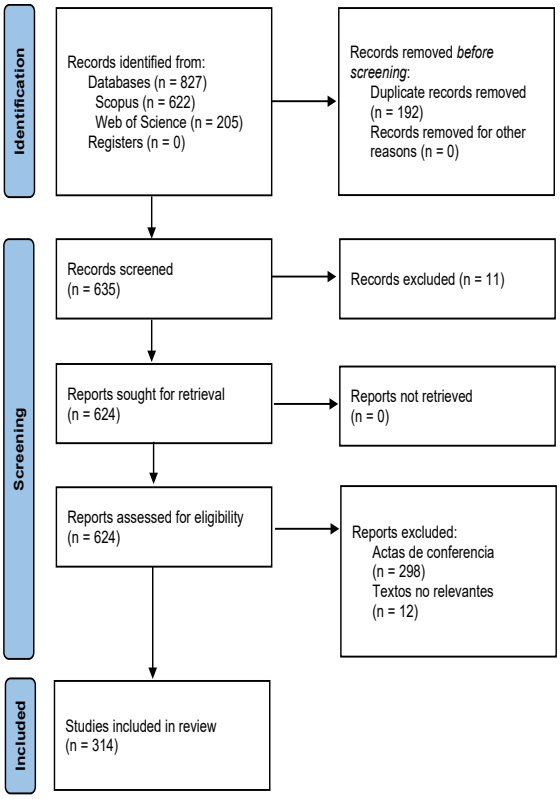



Figura 1 – Diagrama de flujo PRISMA.

Este proceso se realiza por cada uno de los autores del artículo de forma independiente y las diferencias son tratadas colectivamente, con el propósito de reducir el sesgo en la investigación, por tanto, a modo de resumen se tiene la figura 1 donde se detallan todos los procesos escritos anteriormente.

Esta figura, presenta lo descrito anteriormente donde se tiene la fase de identificación con los resultados de cada base de datos, una fase de cribado con sus ítems de exclusión definidas y, por último, se tiene una cantidad de resultados o artículos finales que serán analizados en el presente artículo de análisis bibliométrico.

## 3. Resultados

La figura 2 nos detalla los aportes a la literatura científica en el tema de Ciberseguridad del internet de las cosas respecto al número de publicaciones por año, evidenciando así un crecimiento polinomial cuadrático del 98,32%, donde se realizaron los primeros aportes en artículos de esta temática con publicaciones desde el año 2015 hasta la actualidad en el 2023.




Figura 2 – Publicaciones por año.

Se puede observar, además, que el 2022 ha sido el año donde más publicaciones se han hecho sobre la temática de ciberseguridad del internet de las cosas, contando así con 98 publicaciones en el año mencionado. Se ha podido evidenciar que a medida que el tiempo avanza hay una gran facilidad de conectividad que hace que las redes de construcción estén más expuestas a ataques cibernéticos y, por ende, sean más difíciles de controlar (Hamza et al., 2022).

Seguidamente, cabe resaltar que en el año 2021 se produjeron 62 artículos relacionados a la temática donde se percibe también un crecimiento significativo del año 2021 al 2022 de 36 artículos aproximadamente. Todo eso debido a que el internet de las cosas ha llamado la atención de la academia y de la industria en gran manera (Wang et al.,2021).

En las siguientes figuras, se examinan aspectos relacionados a la cantidad de publicaciones, esto se entiende por productividad científica de los autores. Y los aspectos

relacionados al número de citaciones, que da cuenta de que entre más citado sea un artículo, será de mayor impacto académico. En la figura número 3 se pueden apreciar los principales autores de la temática Ciberseguridad del internet de las cosas.

En efecto, de la figura 3 se destaca que los autores Abomhara y Køien son los más citados con 322 citaciones y un solo artículo publicado; artículo titulado "Cyber security and the internet of things: vulnerabilities, threats, intruders and attacks" trata de clasificar los ataques cibernéticos por tipos de amenazas e intrusos que enfrentan los dispositivos y servicios IoT (Abomhara, Køien, 2015).

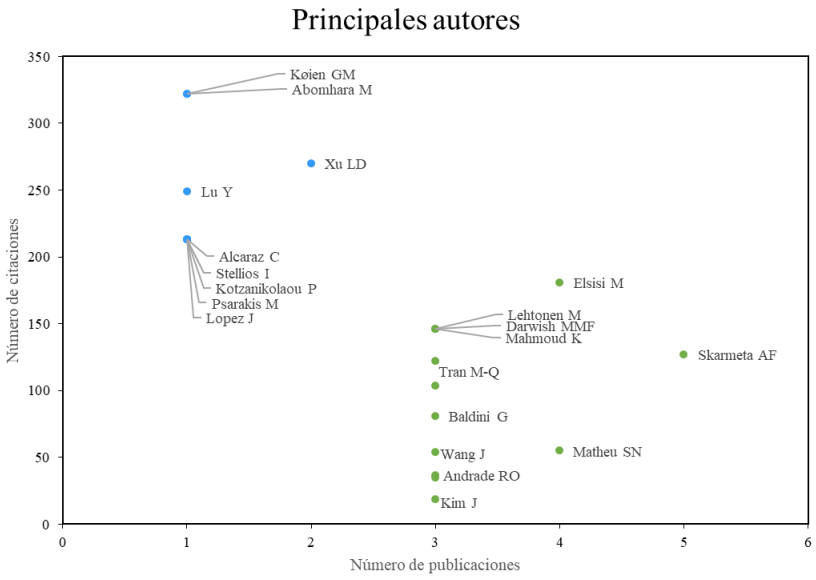



Figura 3 – Principales autores.

El autor Xu LD cuenta con dos publicaciones, y una de ellas evidencia alto impacto académico en el año 2019 llamado "Internet of things (IoT) cybersecurity research: A review of current research topics" citado 249 veces. Su objetivo es revisar sistemáticamente la ciberseguridad de IoT (Xu, Lu, 2018). Además, cuenta con otro artículo más reciente, exactamente del año 2020 que tiene por nombre "Internet of things (IoT) cybersecurity research: A review of current research topics" que tiene como objetivo investigar la aplicación de las tácticas de la computación evolutiva en ciberseguridad para IoT, contenidas las soluciones de ciberseguridad y privacidad habilitadas para CI, tecnologías de ciberdefensa, técnicas de detección de intrusos y segurida de datos en el Internet de las cosas (Xu, 2020).

Luego, se tiene al autor llamado Elsisi M, quien ha publicado cuatro artículos relacionados al tema de ciberseguridad del internet de las cosas, donde su artículo más citado y de los más recientes es "Effective IoT-based deep learning platform for online fault diagnosis of power transformers against cyberattacks and data uncertainties" que cuenta con 59

citaciones. El artículo consiste en detectar ataques cibernéticos de manera correcta y así poder proporcionar un seguimiento en línea seguro del estado del transformador por medio de la red de internet. (Elsisi et al., 2022).

Posteriormente, los autores Lehtonen M, Darwish MMF y Mahmoud K cuentan con 3 artículos del que se destaca principalmente el artículo titulado "Effective IoT-based deep learning platform for online fault diagnosis of power transformers against cyberattacks and data uncertainties" que cuenta con 59 citaciones y es el más reciente (2022). Este artículo presenta una arquitectura IoT y una red neuronal para el diagnóstico del estado de los transformadores de potencia, que puede detectar fallas en linea y ataques cibernéticos con una precisión del 92,58% si se consideran los ataques cibernéticos (Elsisi et al., 2022).

La figura 4, constata un análisis bibliométrico por medio de la relación de número de citaciones y número de publicaciones, respecto a los países, donde varía su impacto y productividad académica por país. Se puede apreciar que Estados unidos cuenta con el mayor número de citaciones, dando a entender su alto impacto respecto a la temática de ciberseguridad del internet de las cosas, asimismo, este país representa una gran productividad en número de publicaciones, alcanzando India un rango de mayor productividad que Estados unidos, pero con mucho menos impacto. El artículo de mayor impacto para Estados unidos se titula "Internet of things (IoT) cybersecurity research: A review of current research topics" con 249 citaciones. El objetivo principal del artículo es revisar sistemáticamente la ciberseguridad del Internet de las cosas, con la clave de proteger e integrar de dispositivos inteligentes heterogéneos y tecnologías de la información y la comunicación (Xu, Lu, 2018)

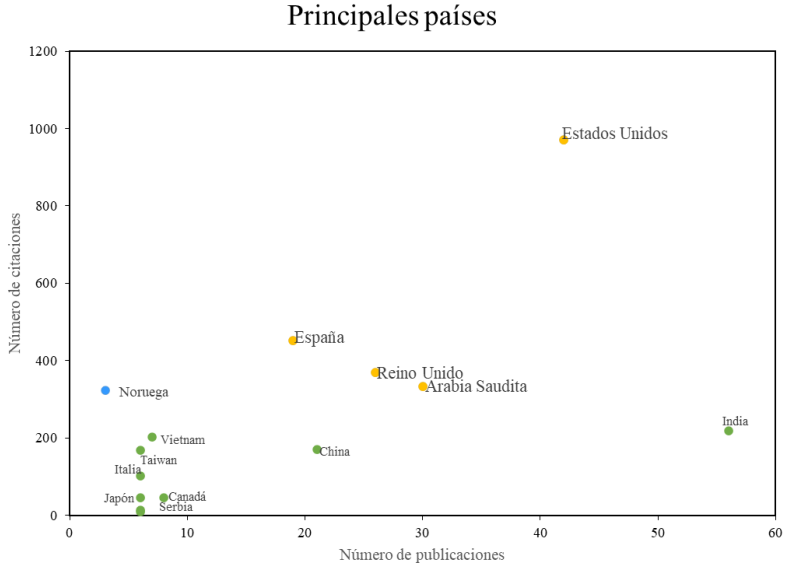



Figura 4 – Principales países.

Europa ocupa también un lugar de alto impacto en la temática, exactamente España, ocupando el segundo puesto en número de citaciones con 213 de ellas. El artículo es llamado "A survey of iot-enabled cyberattacks: Assessing attack paths to critical infrastructures and services" y uno de sus objetivos principales es identificar los ataques cibernéticos habilitados por IoT en un enfoque semejante al riesgo, para demostrar el contexto actual de amenazas (Stellios et al., 2018).

Por último, se observa que Reino Unido comparte la característica de alto impacto por su número de citaciones y su productividad en cuanto a número de artículos producidos. Su artículo de mayor impacto es "Quantum-Inspired Blockchain-Based Cybersecurity: Securing Smart Edge Utilities in IoT-Based Smart Cities" que cuenta con 59 citaciones en el 2021 y el análisis que realizaron demuestra que el protocolo y método que propusieron puede defenderse contra ataques de mensajes y de suplantación de identidad, lo que asegura una transferencia de datos segura entre dispositivos IoT (Abd El et al., 2021). A continuación, en la figura 4, se puede observar detalladamente la variación de cada país en impacto y en productividad.

## 4. Discusión

El tema de abordaje académico "ciberseguridad del internet de las cosas" ha evolucionado significativamente a través de los años, ya que, se ha despertado un interés por analizar la seguridad de los dispositivos IoT y la transferencia de datos, logrando que muchas instituciones y organizaciones inicien investigaciones sobre esta problemática cibernética, por ende, se analizará la evolución temática de las palabras claves utilizadas en esta temática.

Seguidamente, se puede visualizar la figura número 5, ella nos revela las palabras afines a la temática más utilizadas desde el año 2015 al 2023. En el año 2015 comenzaron las investigaciones respecto al tema de ciberseguridad del internet de las cosas, el término más utilizado en ese momento fue "Security Threats," en el año 2015 se produjo un artículo de alto impacto con el término anteriormente mencionado, que se titula "Cyber security and the internet of things: Vulnerabilities, threats, intruders and attacks" y trata de clasificar los tipos de amenazas, analizando y caracterizando los intrusos y los ataques que enfrentan los dispositivos IoT (Abomhara & Køien, 2015).

Uno de los conceptos más recientes es "Machine Learning" utilizado a partir del 2022 con frecuencia. Su artículo de alto impacto con 34 citas es llamado "Recent Advances on Federated Learning for Cybersecurity and Cybersecurity for Federated Learning for Internet of Things" donde tratan de ampliar la temática de FL para ciberseguridad, así como ciberseguridad par FL y diferentes ataques de seguridad (Ghimire & Rawat, 2022).

Por último, el término más reciente es "Deep Learning" reiteradamente utilizado en el año 2023. Estados unidos escribió el artículo más citado en lo que lleva del año con este término clave, titulado "Trustworthy and Reliable Deep-Learning-Based Cyberattack Detection in Industrial IoT" donde asegura que su esquema propuesto mejora la seguridad y las medidas relacionadas a la confiabilidad en las redes habilitadas para IoT (Khan et al., 2022).

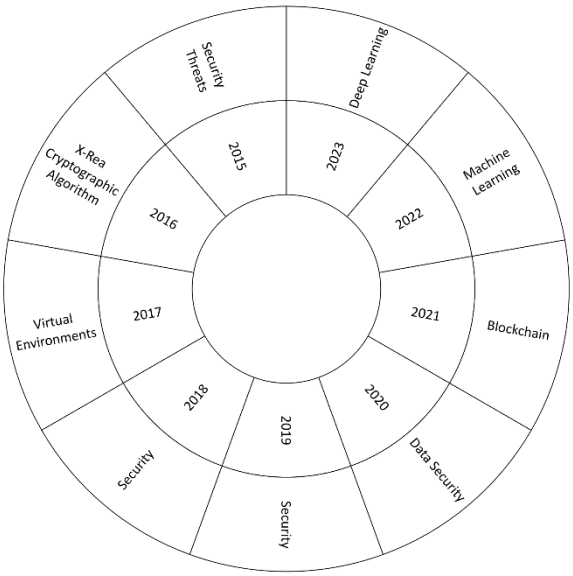



Figura 5 – Evolución temática.

La siguiente gráfica dividida en cuatro secciones, hace referencia a la vigencia y frecuencia de las palabras claves a través de los años del 2019 al 2023. Una palabra clave vigente o no vigente hace alusión a qué tanto se ha utilizado la palabra en los últimos años y una palabra clave frecuente o no frecuente hace referencia a qué tanto se ha investigado sobre ella.

En la temática de Ciberseguridad del internet de las cosas, como se puede apreciar en la figura 6, han surgido en los últimos años conceptos claves que se pueden calificar como emergentes. En la primera cuadrícula se observa el término "Attack Detection" el más vigente al día de hoy. Uno de los artículos más recientes que abarca este término se titula "Deep-Learning Based Detection for Cyber-Attacks in IoT Networks: A Distributed Attack Detection Framework" quien habla sobre la importancia de la detección y clasificación del tráfico malicioso para garantizar la seguridad de los sistemas (Jullian et al., 2023). También, se puede mencionar del cuadrante II, el término vigente "Federated Learning" utilizado con poca frecuencia a partir del año 2022. "Edge-IIoTset: A New Comprehensive Realistic Cyber Security Dataset of IoT and IIoT Applications for Centralized and Federated Learning" es un artículo de alto impacto donde se puede apreciar el uso del concepto de "Federated Learning" que propone un nuevo conjunto de datos de seguridad cibernética realista e integral de aplicaciones loT llamado Edge-IIoTset, que puede ser utilizado por sistemas de detección para intrusos (Ferrag et al., 2022).

Del cuadrante I, se puede resaltar el uso del concepto "Deep Learning" que se puede calificar como frecuente y vigente a la vez. El artículo "A novel extended Internet of things (IoT) Cybersecurity protection based on adaptive deep learning prediction for industrial

manufacturing applications" contiene este concepto y propone un diseño innovador de marco que se basa en una medición estocástica de parámetros determinantes basados en un algoritmo de aprendizaje profundo adaptativo (ADL) para la fabricación industrial, como el transporte y la energía (Alattas & Mardani, 2022). El término "Machine Learning" al igual que el anterior, es frecuente y vigente a la vez. Es utilizado en múltiples artículos, uno de ellos es titulado "Cyber security in IoT-based cloud computing: A comprehensive survey" donde proponen una encuesta integral sobre cómo habilitar la arquitectura, los servicios, las configuraciones y los modelos de seguridad de IoT basados en la red (Ahmad et al., 2022). Por último, de la gráfica se puede analizar el concepto "Data Privacy" que, a diferencia de los anteriores, es poco vigente y poco frecuente. Un artículo llamado "Utilizing Blockchain to Overcome Cyber Security Concerns in the Internet of Things: A Review" utiliza este concepto como palabra clave y su objetivo es analizar los avances de seguridad recientes para la superación de las limitaciones de IoT utilizando blockchain (Alotaibi, 2019).

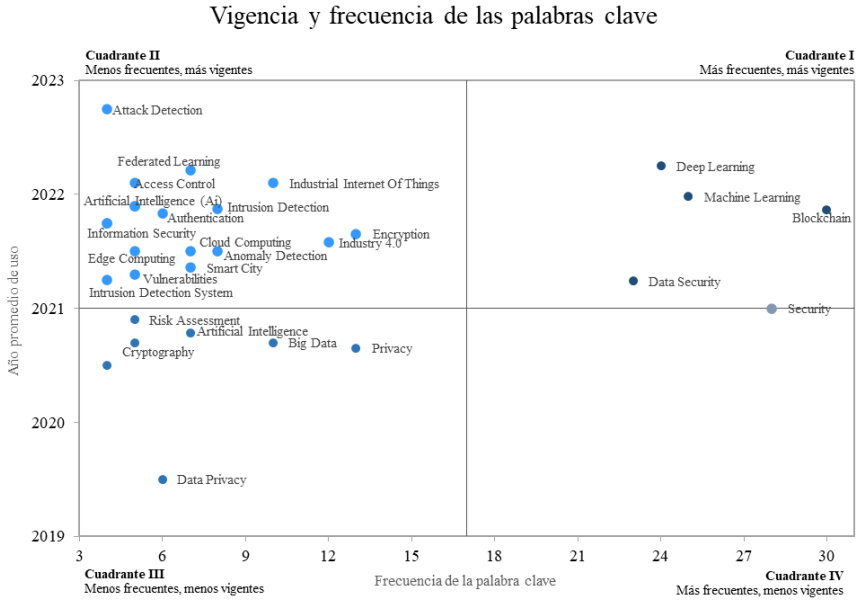



Figura 6 – Vigencia y frecuencia de las palabras clave.

## 5. Conclusiones

La investigación sobre de la ciberseguridad del Internet de las Cosas en las bases de datos Scopus y Web of Science parte del año 2015; sin embargo, fue a partir del año 2020 cuando el creciente interés en la temática se tradujo en un incremento sustancial en la cantidad de artículos, demostrando estos un crecimiento polinomial cuadrático de un 98,32%. Por otro lado, a partir del análisis de los principales referentes investigativos, se encontró que los principales autores son Abomhara y Køien, mientras que los países

líderes en la investigación sobre la temática son Estados Unidos, Reino Unido, España y Arabia Saudita.

Por otro lado, el análisis de palabras clave permitió comprender la evolución temática en la literatura científica alrededor de la ciberseguridad del Internet de las Cosas, teniendo que las primeras investigaciones profundizaban en temas como las amenazas de seguridad, en contraste con los últimos enfoques que estudian la importancia del Deep Learning. Por último, las principales palabras clave en crecimiento dentro del cuerpo científico de la temática son Deep Learning, Machine Learning y Blockchain, mientras que las principales palabras clave emergentes son la detección de ataques, el aprendizaje federado, así como la Inteligencia Artificial. Se concluye sobre la importancia de que futuras investigaciones amplíen en la importancia de los conceptos consolidados, así como en el análisis de los conceptos emergentes dentro del campo investigativo.

## Referencias

Abd El-Latif, A. A., Abd-El-Atty, B., Mehmood, I., Muhammad, K., Venegas-Andraca, S. E., & Peng, J. (2021). Quantum-inspired blockchain-based cybersecurity: securing smart edge utilities in IoT-based smart cities. Information Processing & Management, 58(4), 102549.

Abomhara, M., & Køien, G. M. (2015). Cyber security and the internet of things: vulnerabilities, threats, intruders and attacks. Journal of Cyber Security and Mobility, 65-88.

Ahmad, W., Rasool, A., Javed, A. R., Baker, T., & Jalil, Z. (2022). Cyber security in iot-based cloud computing: A comprehensive survey. Electronics, 11(1), 16.

Alattas, K. A., & Mardani, A. (2022). A novel extended Internet of things (IoT) Cybersecurity protection based on adaptive deep learning prediction for industrial manufacturing applications. Environment, Development and Sustainability, 24(7), 9464-9480.

Alotaibi, B. (2019). Utilizing blockchain to overcome cyber security concerns in the internet of things: A review. IEEE Sensors Journal, 19(23), 10953-10971.

Andrade, R. O., Yoo, S. G., Tello-Oquendo, L., & Ortiz-Garcés, I. (2020). A comprehensive study of the IoT cybersecurity in smart cities. IEEE Access, 8, 228922-228941.

Carrillo, J. J. M., Zambrano, N. A., Cantos, J. S. M., & Bravo, M. Z. (2019). Ciberseguridad y su aplicación en las Instituciones de Educación Superior. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E20), 438-448.

Duque, P., & Cervantes-Cervantes, L. S. (2019). Responsabilidad Social Universitaria: una revisión sistemática y análisis bibliométrico. Estudios gerenciales, 35(153), 451-464.

Elsisi, M., Tran, M. Q., Mahmoud, K., Mansour, D. E. A., Lehtonen, M., & Darwish, M. M. (2022). Effective IoT-based deep learning platform for online fault diagnosis of power transformers against cyberattacks and data uncertainties. Measurement, 190, 110686.

Elsisi, M., Tran, M. Q., Mahmoud, K., Mansour, D. E. A., Lehtonen, M., & Darwish, M. M. (2021). Towards secured online monitoring for digitalized GIS against cyber-attacks based on IoT and machine learning. Ieee Access, 9, 78415-78427.

Ferrag, M. A., Friha, O., Hamouda, D., Maglaras, L., & Janicke, H. (2022). Edge-IIoTset: A new comprehensive realistic cyber security dataset of IoT and IIoT applications for centralized and federated learning. IEEE Access, 10, 40281-40306.

Ghimire, B., & Rawat, D. B. (2022). Recent advances on federated learning for cybersecurity and cybersecurity for federated learning for internet of things. IEEE Internet of Things Journal.

Gómez, C. F. R. C., Gutiérrez, C. V. R., & Pinzón, C. E. R. C. (2005). Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. *MedUNAB*, *8*(1), 29-36.

Hamza, A., Gharakheili, H. H., Pering, T., & Sivaraman, V. (2022). Combining Device Behavioral Models and Building Schema for Cybersecurity of Large-Scale IoT Infrastructure. IEEE Internet of Things Journal, 9(23), 24174-24185.

Hernández, E. F. T., Canizales, R. R., & Páez, A. V. (2021). La importancia de la ciberseguridad y los derechos humanos en el entorno virtual. *Misión Jurídica*, *14*(20), 142-158.

Huma, Z. E., Latif, S., Ahmad, J., Idrees, Z., Ibrar, A., Zou, Z., ... & Baothman, F. (2021). A hybrid deep random neural network for cyberattack detection in the industrial internet of things. *IEEE Access*, *9*, 55595-55605.

Jullian, O., Otero, B., Rodriguez, E., Gutierrez, N., Antona, H., & Canal, R. (2023). Deep-Learning Based Detection for Cyber-Attacks in IoT Networks: A Distributed Attack Detection Framework. *Journal of Network and Systems Management*, *31*(2), 33.

Jullian, O., Otero, B., Rodriguez, E., Gutierrez, N., Antona, H., & Canal, R. (2023). Deep-Learning Based Detection for Cyber-Attacks in IoT Networks: A Distributed Attack Detection Framework. Journal of Network and Systems Management, 31(2), 33.

Khan, F., Alturki, R., Rahman, M. A., Mastorakis, S., Razzak, I., & Shah, S. T. (2022). Trustworthy and Reliable Deep-Learning-Based Cyberattack Detection in Industrial IoT. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 19(1), 1030-1038.

Lu, Y. y Da Xu, L. (2018). Investigación de ciberseguridad de Internet de las cosas (IoT): una revisión de los temas de investigación actuales. IEEE Internet of Things Journal, 6 (2), 2103-2115.

Márquez Díaz, J. E. (2022). Cybersecurity and Internet of Things. Outlook for this decade. *Computación y Sistemas*, *26*(3), 1201-1214.

Matheu, S. N., Mármol, E., Hernández-Ramos, J. L., Skarmeta, A., & Baldini, G. (2022). Federated Cyberattack Detection for Internet of Things-Enabled Smart Cities. Computer, 55(12), 65-73.

Matheu-García, S. N., Hernández-Ramos, J. L., Skarmeta, A. F., & Baldini, G. (2019). Risk-based automated assessment and testing for the cybersecurity certification and labelling of IoT devices. Computer Standards & Interfaces, 62, 64-83.

Medina, C. A. C. (2019). Ciberseguridad: Por dónde Empezar.... *Revista de Tecnología*, *18*(1), 89-100.

Mercado-Velázquez, A. A., Escamilla-Ambrosio, P. J., & Ortiz-Rodriguez, F. (2021). A moving target defense strategy for internet of things cybersecurity. *IEEE Access*, *9*, 118406-118418.

Moed, H. F., Markusova, V., & Akoev, M. (2018). Trends in Russian research output indexed in Scopus and Web of Science. *Scientometrics*, *116*, 1153-1180.

Muñoz, O. Q. (2019). Internet de las cosas (Iot). Ibukku LLC.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. International journal of surgery, 88, 105906. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906

Rahim, R., Ramachandran, M., Jayachandran, P., Kalyanaraman, H., Bhaskar, V., & Kumar, A. (2022). Holistic Feistel Authenticated Learning-Based Authorization for Protecting the Internet of Things from Cyber Attacks. Wireless Personal Communications, 1-22.

Salazar, J., & Silvestre, S. (2016). Internet de las cosas. Techpedia. České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická.

Statista. (2021). Number of publications on IoT cybersecurity worldwide 2015-2020. Recuperado el 3 de abril de 2023, de https://www.statista.com/statistics/1244519/iot-cybersecurity-publications-number-worldwide/

Stellios, I., Kotzanikolaou, P., Psarakis, M., Alcaraz, C., & Lopez, J. (2018). A survey of iot-enabled cyberattacks: Assessing attack paths to critical infrastructures and services. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 20(4), 3453-3495.

Tashtoush, Y. M., Darweesh, D. A., Husari, G., Darwish, O. A., Darwish, Y., Issa, L. B., & Ashqar, H. I. (2021). Agile approaches for cybersecurity systems, IoT and intelligent transportation. IEEE Access, 10, 1360-1375.

van der Schaaf, K., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). A feature-based approach for guiding the selection of Internet of Things cybersecurity standards using text mining. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 33(21), e6385.

Wang, T., Mei, Y., Liu, X., Wang, J., Dai, H. N., & Wang, Z. (2021). Edge-based auditing method for data security in resource-constrained internet of things. Journal of Systems Architecture, 114, 101971.

Zhao, S., Li, S., Qi, L., & Da Xu, L. (2020). Computational intelligence enabled cybersecurity for the internet of things. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence, 4(5), 666-674.

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

Recebido/Submission: 03/06/2023
Aceitação/Acceptance: 10/08/2023

# Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información: Modelo para la estructuración de la gestión del mantenimiento aeronáutico basada en familia de capacidades con enfoque de valor

Yeisson Alexis Rincon Cuta[1], Jaime Giovanni Rincon Sandoval[2],

**yeisson.rinconc@epfac.edu.co; jaime.rincons@fac.mil.co**

[1] Escuela de Postgrados de la FAC, Bogotá D.C., código postal 110111, Usaquén, Colombia.

[2] Fuerza Aérea Colombiana, Bogotá, código postal 111321, Teusaquillo, Colombia.

**Pages: 87-100**

**Resumen:** La gestión basada en capacidades conlleva a la implementación de metodologías enfocadas a la productividad de los procesos, para articular la toma de decisiones con base en efectividad de la planeación operacional y la asignación presupuestal, por lo qué, el análisis de la estructura de la gestión del mantenimiento aeronáutico, parte desde el precepto de una plataforma modular para la gestión basada en familia de capacidades y la proyección estratégica para el uso de recursos; partiendo de un enfoque abductivo, se aborda la capacidad instalada de mantenimiento aeronáutico de una organización aérea, con el soporte de un panel de expertos interdisciplinario en mantenimiento, plataformas de planeación y tecnologías de información; se procede con la validación del cumplimiento de los requerimientos aeronáuticos de aeronavegabilidad continuada y la consolidación de la propuesta del modelo para la estructuración de la plataforma de mantenimiento aeronáutico enfocado al desarrollo de valor corporativo.

**Palabras-clave:** Plataforma de Capacidades, Familia de capacidades, Mantenimiento Aeronáutico, Gestión por Capacidades

## *Model for the structuring of aeronautical maintenance management based on a family of capabilities with a value approach*

***Abstract:*** Capability-based management leads to the implementation of methodologies focused on the productivity of the processes, to articulate decision-making based on the effectiveness of operational planning and budget allocation, therefore, the analysis of the management structure of aeronautical maintenance, starting from the construction of a modular platform for the management based on a family of capacities and the strategic projection for the use of resources; Starting from an abductive approach, the installed aeronautical maintenance capacity of an air organization is addressed, with the support of a panel of interdisciplinary experts in maintenance, planning platforms and information technologies; We proceed with the validation of compliance with the aeronautical requirements for continued

airworthiness and the consolidation of the model proposal for the structuring of the aeronautical maintenance platform focused on the development of corporate value.

***Keywords:*** Capacities Platform, Family of Capacities, Aeronautical Maintenance, Management by Capacities

## 1. Introducción

El gran desafío que enfrenta el mantenedor aeronáutico es garantizar una oferta que satisfaga a la gran variedad de demanda de capacidades de mantenimiento de cada uno de los componentes y productos aeronáuticos, así mismo, que conlleven a desarrollar mayor impacto en la productividad de las capacidades para satisfacer las preferencias de los clientes y usuarios como lo expusieron en términos productivos (Qu, Wang, Ming, & Chu, 2023). Así mismo, al tener múltiples partes interesadas en el desarrollo del servicio de mantenimiento aeronáutico y este proyectarse como elemento multiproducto, entendiéndose el producto como el resultado del desarrollo de la capacidad mantenedora. Se debe diseñar un modelo que responda a las variaciones del entorno de la demanda; con lo que, se requiere abordar un sistema inteligente para la configuración del portafolio de capacidades de vigencias futuras. En consecuencia, las organizaciones de mantenimiento aprobadas deben consolidar de acuerdo a su capacidad y margen de servicios certificados, un portafolio a componentes aeronáuticos claramente identificados por medio del número de parte, asociado con la capacidad que tiene certificada, en respuesta a diferentes grupos de consumidores del servicio, que a su vez pueden auto suministrarse capacidades de pruebas, inspección, mantenimiento, reparación y Overhaul, como lo plantea (Hossain, Chakrabortty, El Sawah, & Ryan, 2023); entre tanto, como parte de su sistema de mantenimiento, las organizaciones deben aliviar costos y mejorar la eficiencia, lo que permite a través de la estrategia de Servitización desarrollar la integración de capacidades internas y externas para el aumento de la efectividad en la gestión de los recursos, lo que conlleva a generar mayor valor al producto principal como lo fundamenta (Liu, Wang, Zhong, & Ding, 2022).

Por lo anterior la importancia de brindar un servicio de mantenibilidad enfocado a las diferentes flotas aeronáuticas de la organización operadora y sin sacrificar la eficiencia, no está en proyectar una gran cantidad de capacidades, sino en adaptar el sistema para así desarrollar las capacidades que más impacten en los resultados institucionales, como lo establece (Qin, y otros, 2020) a través de la evaluación de equipos multidiciplinarios requeridos para el mantenimiento aeronáutico; siendo así, el aumento sostenible de la disponibilidad de las aeronaves con diferentes estrategias, entre las cuales (De la Peña, Aguayo, Lama, Soltero, & Del Pozo, 2009), fundamenta el método de desarrollo de productos basado en plataformas modulares, con lo que se basa la gestión de las capacidades, entendiéndose que una capacidad tiene que estudiarse de manera independiente en plataformas comunes. Partiendo del concepto de Capacidad de la (RAE, 2001) como condiciones que deben cumplirse para realizar eficazmente una actividad, tarea o proceso de mantenimiento aeronáutico, se estudia la estructura para el planteamiento del marco del modelo para la construcción de módulos de capacidades que a su vez se articulen con el modelo de costos que permita proyectar el portafolio de capacidades con mayor probabilidad de impacto en la productividad y efectividad institucional, así mismo, el análisis de los componentes a intervenir con la relación

directa con el producto aeronáutico asociado; por tanto, se considera a una familia de capacidades como el conjunto de capacidades que presentan similitud de condiciones establecidas para el desarrollo de los procesos de inspección, Overhaul y prueba.

Partiendo de los conceptos para la creación de listas de capacidades establecidas en la estructura del Reglamento Aeronáutico Latinoamericano (LAR) 145 Apéndice 4 concertada por el (Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional, 2017, p. 55), que dio la base para que los países de América latina estandaricen su normatividad aeronáutica y en especial en Colombia se desarrollará tanto del RAC 145 de la (Aerocivil, 2022) como el RACAE145 (AAAE, 2020) para aviación de estado, conllevando que el alcance del modelo aborde tanto aviación civil como de estado, al igual que para todo el sector aeronáutico nacional y regional; por lo tanto, como lo explican (Zhang, Liu, Xiahou, & Huang, 2023) en el marco de programación de mantenimiento heurístico para una flota de aeronaves militares con capacidades de mantenimiento limitadas, se deben establecer los criterios de decisión que se abordan para la configuración de una plataforma modular de capacidades, a través de la selección por medio de una metodología de planeación de operaciones con enfoque de programación lineal binaria, conllevando a la plataforma para la gestión por capacidades.

Los sistemas de mantenimiento aeronáutico de la organización, se soportan en la plataforma ERP-SAP del sistema logístico (SILOG), consolidando la información de la demanda de componentes, repuestos, insumos, entre otros, con los inventarios y sistemas de compras, con lo que abordar el conjunto de subsistemas e interfases para desarrollar la planeación estratégica de Largo plazo (superior a 4 años), de mediano plazo (entre 13 y 48 meses) y el plan de trabajo anual llamado plan anual de soporte logístico (PASLO), se derivan de la estructura del enfoque de atributos para alcanzar la calidad aeronáutica partiendo de la Doctrina – Organización – Materiales – Personal e Infraestructura (DOMPI) del (Ministerio de Defensa, 2019, p.19). lo anterior permite el garantizar la estandarización de los parámetros el desarrollo periódico de los análisis; en consecuencia, se desarrolló el diagrama de proceso para la gestión por capacidades basado en la matriz SIPOC, el modelo teórico de la plataforma modular, el proceso de mantenibilidad partiendo del plan operacional de la institución, con el cual se desarrollan las misiones descritas en el Manual de doctrina básica aérea espacial y ciberespacial de la (Fuerza Aérea Colombiana, 2020, p.88), en la Figura **1** se presenta el diagrama de flujo, con un alcance táctico, lo que se encuentra asociado con los criterios de decisión en el proceso de planeación, como lo es: el cronograma de mantenimiento planeado, lo que permite desarrollar los análisis de requerimientos programados; y así, con esta información se procede a calcular a través de las técnicas de pronóstico las cantidades totales de demanda, con el listado de materiales de cada capacidad y la validación del margen de incertidumbre asociado a los requerimientos de componentes para el alistamiento de las aeronaves de la institución; se establece que, cada unidad desarrolla un plan maestro de producción y las brechas de abastecimiento, se soportan con las capacidades externas o con la compra de los elementos, lo que conlleva a determinar la diferencia de las brechas con las existencias de componentes en los inventarios, configurándose así el PASLO, lo que finalmente permite proyectar el presupuesto del soporte para el alistamiento de las aeronaves de cada flota.

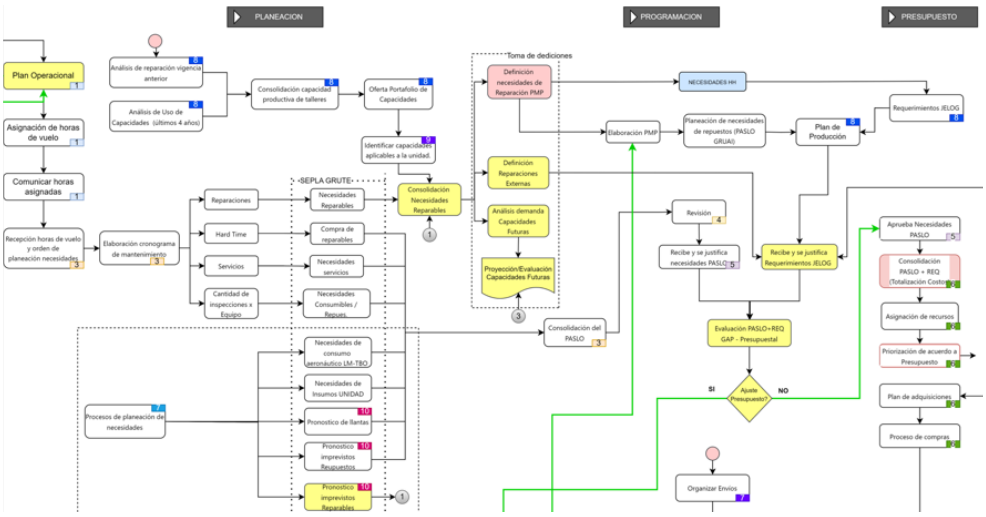



Figura 1 – Diagrama de flujo para la planeación por capacidades.
Fuente: Adaptado por los autores, del diagrama de flujo completo desarrollado en el proyecto de investigación I+D+i de la convocatoria 2019 de MINCIENCIAS 75239.

La organización objeto de estudio se configura como de alta complejidad de estudio al tener más de 17 unidades permanentes con operaciones aeronáuticas en las cuales se desarrollan actividades de mantenibilidad de diferentes niveles, sin embargo, la estructura organizacional se basa en la asignación de aeronaves a unidades logísticas, en donde los grupos técnicos de mantenimiento aeronáutico y en el grupo logístico Aeroindustrial consolidan la oferta de capacidades; conllevando al primer análisis que se orientó a la selección de la unidad logística con el mayor número de capacidades, (Gómez Hernández W. A., 2022, p. 30), establece el total de capacidades para las flotas aeronáuticas desde 15 unidades diferentes, estableciendo un margen del 54% de capacidades certificadas; así mismo, el presupuesto asignado para las actividades programadas y las pronosticadas, relacionando 22 tipos de talleres y 3936 capacidades diferentes como oferta de servicios de mantenimiento de toda la institución; con lo que se determinó que el grupo Aeroindustrial que a la fecha de la investigación tenía dentro de sus capacidades 22 talleres y 2609 capacidades.

## 2. Revisión Documental

Consultando bases de datos de vigencias anteriores, el análisis de los pronósticos de requerimientos anuales para la gestión del soporte para las flotas aéreas y repositorios científicos y militares del sector aeronáutico se encontraron:

- 29 elementos entre tablas y transacciones SAP, para el análisis de los criterios de información controlados en la institución.
- Se evidencia una transacción desarrollada en la Unidad logística objeto de estudio que permite el análisis de los datos para la gestión del mantenimiento en cada uno de los talleres.

- La información para la consolidación de la arquitectura tecnológica para la gestión del mantenimiento.
- La información para la consolidación de diagramas de proceso de gestión de mantenimiento. (Véase Figura **1**)
- La cantidad de componentes y su comportamiento de demanda en las últimas 10 vigencias.

Desde la perspectiva científica, la información publicada en repositorios como Elsevier, EBSCO, Taylor & Francis, entre otros, enfocados a la ingeniería de mantenimiento, transporte, producción y logística, permitió consolidar 5900 referencias con las cuales se procedió al análisis del estado del arte relacionado con la gestión del mantenimiento en el sector aeronáutico y con la productividad, encontrando para los años 2018 a 2023, como se observa en la Figura 2. Análisis del marco científico del mantenimiento, se relaciona dos redes diferentes de conocimiento, la red izquierda aborda la relación desde el mantenimiento predictivo y la red derecha relaciona la inteligencia artificial, orientando el desarrollo a sistemas inteligentes basados en información documentada y organizada para su procesamiento, sin embargo en términos de conocimiento profundo se promueve el análisis en términos de las plataformas modulares para la gestión por capacidades, lo que también se relaciona con métodos de programación lineal, multiproducto, multiobjetivo, enmarcándose en el establecimiento de sistemas con criterios establecidos por la organización internacional de aviación civil (OACI),

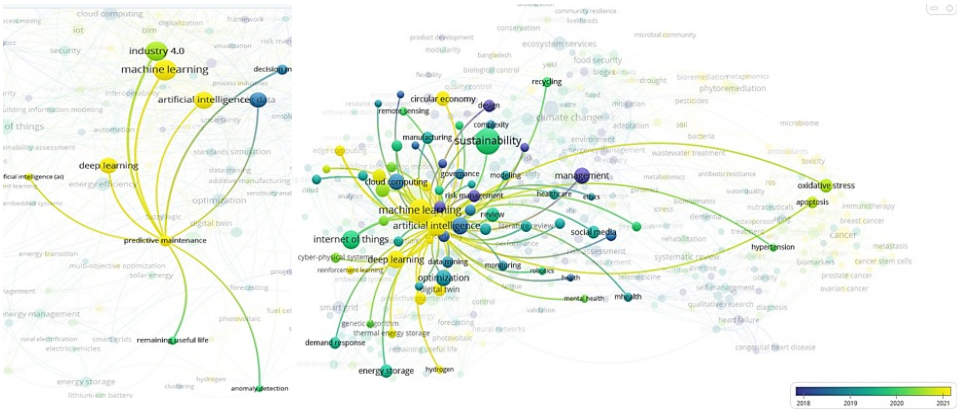



Figura 2 – Análisis del marco científico del mantenimiento
Fuente: elaboración propia con información tomada de Elsevier y procesada con Vosviewer.

Partiendo de lo anterior, el estudio se proyecta con criterios de eliminación del desperdicio desde la planeación, como se evidencia en el planteamiento de objetivos, estrategias y resultados de la organización, actualmente se gestiona con enfoque táctico y no estratégico, aunque esto no signifique que la institución no tiene una matriz de planeación estratégica para la gestión de su objeto de valor corporativo, aspecto clave para el éxito de los sistemas abordados por (Akhmatova, Deniskina, Akhmatova, & Prykina, 2022) para la mejora de la calidad productiva, sin embargo, el enfoque de las diferentes fuentes científicas asociadas desde la teoría de planeación de la producción

y operaciones, se desarrolla con base en los productos que se consolidan en las familias configuradas, proyectando el portafolio de productos de fabricante. lo que se espera de las aplicaciones de los modelos en productos y la conceptualización de los criterios DOMPI para cada capacidad, centrando el concepto de la capacidad como la base del servicio de mantenibilidad para la disponibilidad de los componentes aeronáuticos, desde su identificación hasta la configuración de la plataforma de mantenimiento basada en familia de capacidades.

## 3. Planteamiento metodológico

El enfoque basado en el tipo de razonamiento abductivo, conllevó a la aceptación de los recursos necesarios para el análisis de la problemática, asociada con la carencia de un modelo basado en la gestión por capacidades; conllevando a establecer variables de estudio como la demanda por cada una de las capacidades, cantidad y tipo de capacidades, estructura para organizar las capacidades; con lo que, se establece el conjunto de objetivos a desarrollar en la investigación, partiendo desde la descripción de la capacidad instalada para el desarrollo del mantenimiento aeronáutico, el estudio de la organización institucional para la construcción de la plataforma para la gestión por capacidades y la definición de la estructura para el desarrollo de la gestión basada en la plataforma modular de capacidades; la primera premisa concerniente a la estructuración del modelo para la gestión por capacidades,

se definió por parte del equipo interdisciplinario para el análisis de la problemática con los siguientes recursos: 3 personas con conocimientos específicos en el mantenimiento aeronáutico, criterios de calidad establecidos en la Doctrina, Organización, Material, Personal e Infraestructura (DOMPI); 1 experto en la planeación del mantenimiento aeronáuticoo y 3 expertos en el modelamiento de sistemas modulares. Posteriormente, desde una metodología descriptiva en términos cuantitativos se estableció el total de las capacidades de la Fuerza Aérea y se seleccionó la unidad de análisis para el desarrollo de la plataforma; como información de entrada para continuar con el análisis de las actividades y procesos relacionados con la capacidad instalada de la organización, se desarrolló la matriz de familia de procesos, encontrando familias de capacidades, lo que se correlaciono con la normativa internacional aeronáutica conllevando a la organización de las plataformas modulares que permiten la proyección de uso de las capacidades, estableciendo como conceptos de la plataforma de mantenimiento aeronáutico, las siguientes: primero el proceso sistemático recurrente en un ciclo de mejora continua, y segundo la Figura 3. Plataforma modular de Mantenimiento Aeronáutico

Los criterios de estudio se consolidan en la Figura 3, así como el proceso para el desarrollo de la estructura de la plataforma modular del mantenimiento aeronáutico, con lo que se relacionan los elementos tangibles en los nodos y los aspectos clave para el desarrollo del modelo en los arcos; comprendidos como:

- Componentes se consolidan desde las listas maestras de materiales
- Familia de componentes, se establecen entorno a la similitud de los recursos requeridos para el cumplimiento del atributo de calidad y su certificación de la capacidad asociada al elemento.

- Portafolio de capacidades, es el conjunto de capacidades que ofertará la unidad logística que tenga asignada una flota, para el desarrollo del mantenimiento aeronáutico.
- Plataforma de capacidades se establece desde la similitud del proceso, la especialidad y categorías establecidas en el LAR 145 Apéndice 4.
- Gestión por capacidades, es la producción por desarrollar por la unidad logística que presta los servicios de mantenimiento aeronáutico; se relaciona para dar cumplimiento al modelo, sin embargo, esta fuera de la propuesta de estructuración de la plataforma.




Figura 3 – Plataforma modular de Mantenimiento Aeronáutico
Fuente: Elaboración propia

### 3.1. Desarrollo y Análisis para la Configuración plataforma de capacidades

El primer análisis realizado por el equipo se orientó a identificar que capacidades existentes en la Institución, se encuentran a la fecha del análisis tomando como base la suma de 2609 capacidades, de las cuales por doctrina, tienen 3 estados diferentes, de los cuales solo las capacidades certificadas por la autoridad aeronáutica de aviación de estado, pueden ejecutarse en las flotas de aeronaves, los otros dos estados son Habilitada y No habilitada; así mismo, se consolida entorno a los 22 talleres aeronáuticos organizados en las siguientes categorías: accesorios, estructuras, hélices, motores, radio aviónica y servicios especializados; en la Figura **4**.Estructura del problema de configuración Plataforma de , se presenta la estructura para responder al primer problema concerniente a la configuración de la plataforma de producto, como parte inicial se toma el tipo de componentes que se enmarca en el Reglamento aeronáutico 145 del (Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional, 2017, p. 55), a continuación se relacionan las categorías del Apéndice 4; así entonces, se enmarcan las 2609 capacidades actuales en 11 tipos y 7 categorías que se relacionan directamente con la plataforma logística de la unidad; prosiguiendo con el análisis, se

relacionó los talleres de la unidad de estudio, entendiendo que cada flota requiere un conjunto de capacidades diferentes, en ese orden se establece la primera necesidad de identificar los procesos que conllevará cada plataforma modular y posteriormente asociado con la familia de capacidades, se establece el cómo se proyecta la evaluación del presupuesto de mantenimiento, con lo que cada familia representa una cantidad especifica de capacidades a incluir en el portafolio de capacidades de vigencias futuras.

Como se ha mencionado en la Figura **4** se presenta el análisis concerniente a la definición de las familias de capacidades que serán incluidas en cada módulo de capacidades y finalmente por la especialidad en cada uno de los talleres de mantenimiento aeronáutico, Así entonces, dando cumplimiento con la primera relación entre nodos del modelo planteado en la Figura 3. Plataforma modular de Mantenimiento Aeronáutico; entre los componentes demandados para desarrollar las actividades de inspección, prueba, reparación, mantenimiento y Overhaul, a través de la plataforma modular de Mantenimiento Aeronáutico; con lo que desde la premisa de (Matsukawa, Jin, Wang, & Wang, 2022) en la que denota el proceso para la decisión de configuración de plataforma de producto con demandas inciertas, se evalúan las diferentes opciones de los módulos, conllevando a validar la demanda de componentes y el cómo relacionar cada uno de los requisitos doctrinales como la similitud de la documentación técnica, las herramientas requeridas para el desarrollo de la capacidad y las condiciones de pericia del personal, como elementos clave de éxito en la conformación de las familias de proceso.

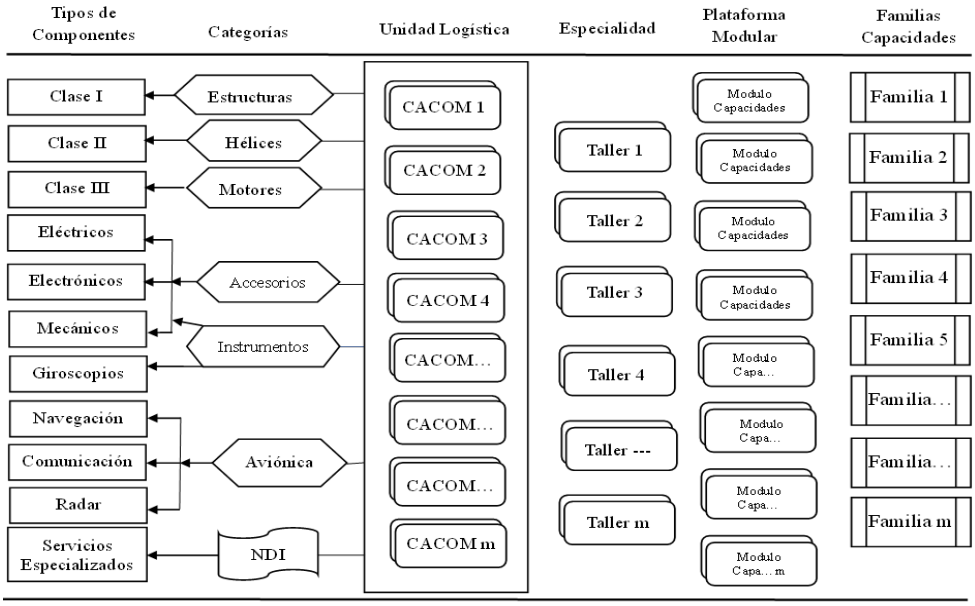



Figura 4 – Estructura del problema de configuración Plataforma de capacidades
Fuente: Adaptado de (Matsukawa, Jin, Wang, & Wang, 2022), donde desarrollan un algoritmo para optimizar el resultado del costeo.

En la Figura **5**. Estructura de análisis modular de capacidades se establece la estructura de análisis modular de capacidades, desarrollada a través de la heurística del proceso y el dominio de los expertos, se acota el número de alternativas para la configuración de cada uno de los módulos de la plataforma de mantenimiento en un total de 144 módulos, con las alternativas existentes de los 16 procesos parametrizados y mencionados a continuación: inspección de recibo, revisión de documentación, limpieza inicial, desensamble, remoción de pintura, inspección por daños ocultos, reemplazo de componentes, reparación, NDI (inspección visual, radiografía, tintas penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido, electroquímica), aplicación de pintura, ensamble, fabricación, pruebas funcionales, documentación de entrega. De los procesos anteriores, las técnicas de ensayos no destructivos permiten la configuración de un módulo estratégico que puede ser desarrollado para el servicio integral de la Plataforma modular de capacidades, derivado que para todos los módulos, tienen como su principal recurso el desarrollo de cada capacidad, en respuesta que la disponibilidad del recurso se relaciona directamente con la pericia del personal y las herramientas especificas en las diferentes categorías y familia de procesos. Se resalta que cuando se desarrollan los primeros ocho (8) procesos, se hace requerido desarrollar las capacidades de las técnicas de inspección; sin embargo, cuando no se desarrolla el ultrasonido, la fabricación y/o pruebas funcionales si son utilizadas, por lo que basándose, a su vez se desarrolla el análisis de similitud de procesos, a partir de la especialidad de cada uno de los talleres y la alternativa que se presenta para desarrollar o no una actividad especifica de mantenimiento, con la información para desarrollar cálculos posteriores a través del modelo de programación lineal binaria como lo establece (Hillier, Frederick, & Gerald, 2015, p.437).

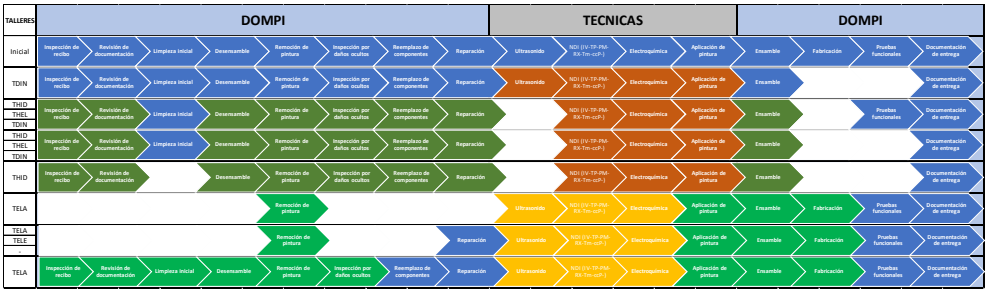


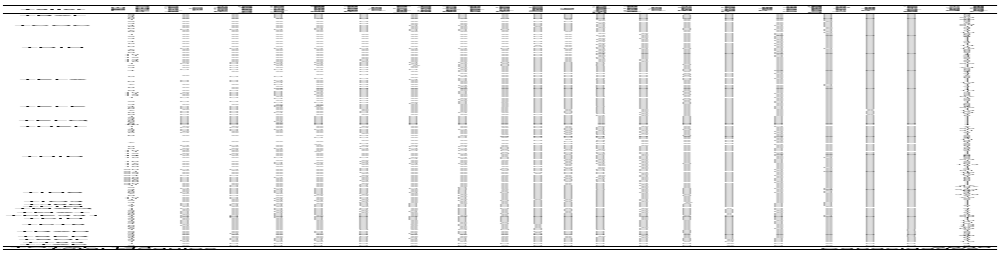

Figura 5 – Estructura de análisis modular de capacidades
Fuente: Elaboración propia

La .

**Tabla** 1. Configuración de la Plataforma modular por familia de capacidades presenta la configuración realizada para el análisis de la plataforma modular por familia de capacidades, estableciendo la relación directa de ejecución, en donde, si se desarrolla la actividad en el proceso de mantenimiento se deja marcada con una (X) y en el evento que no se desarrolle la actividad, se marca con una (O); por lo que, para el desarrollo de la explicación se presenta la distribución del taller de balanceo. Cada una de las filas

representa un módulo, por lo qué describir como ejemplo para el taller de balanceo se encontró 6 módulos con un total de 54 capacidades, en la Tabla **2** y la Tabla **3**, se amplían los datos obtenidos entendiéndose así que la cantidad de módulos no representa un mayor número de capacidades, sino de complejidad para el desarrollo de las mismas; así es como, se relaciona que la demanda de cada una de las familias de capacidades se relaciona con la productividad del modelo. En el caso de las restricciones los expertos involucrados explican que debe garantizarse la validación del cumplimiento de los requerimientos de cada una de las capacidades con la estructura DOMPI, como elemento crítico para la toma de decisión y correlación directa de las capacidades y los procesos (módulos).

La plataforma modular de capacidades se compone del conjunto de módulos y cada módulo contiene una familia de capacidades que es gestionada con ayuda de la tecnología, conceptualmente para (Zhao, zhang, Zhanglin, & lu, 2022) se condiciona la reducción de costos desde la etapa del diseño modular, por lo tanto, el desarrollo de capacidades debe abordar una metodología especifica de diseño de procesos, vinculándose directamente con la prestación del servicio de mantenimiento, así entonces, la arquitectura de diseño como del servicio son objetivos que definen la modularidad de la familia de capacidades desde los componentes (MFC), como se establece en la columna de familia de capacidades en la Figura **4**, se identifican los procesos similares para atender a una agrupación de productos y componentes aeronáuticos, lo que hace tan importante la metodología señalada para la consolidación de la Matriz de familia de capacidades, teniendo en cuenta no solo el diseño de cada componente, sino la función del servicio de mantenimiento; en consecuencia afirman que tanto la arquitectura del diseño, la información de los manuales de cada una de las flotas de aeronaves, conlleva a esta gran variedad de componentes y productos.



Nota: Se presenta la estructura del análisis realizado a todas las capacidades de la unidad objeto de estudio durante la vigencia 2021-2022, identificadosé a través del análisis de las hojas de ruta de cada componente, Fuente: Los autores.

Tabla 1 – Configuración de la Plataforma modular por familia de capacidades

Como se denota en los totales de la Tabla **2** y la Tabla **3**, se presenta la relación estratégica asociada con el cambio de percepción de planear de 2609 unidades a planear sobre 144 unidades, sin embargo, el análisis debe plantearse desde la correlación directa de los módulos con las categorías de capacidades, para dar cumplimiento a la demanda. La gran limitante presupuestal establece el factor condicional para la toma de decisión, por tanto, se complementa el análisis reemplazando la categoría con la plataforma de la especialidad técnica que son los talleres aeronáuticos de mantenimiento.

| CATEGORIA DE CAPACIDADES | MODULO DE CAPACIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | GENERAL |
| Accesorios | 137 | 57 | 91 | 75 | 62 | 122 | 64 | 106 | 20 | 10 | 5 | 10 | 8 | 8 | 12 | 28 | 6 | 113 | 14 | 4 | 53 | 15 | 3 | 16 | 8 | 8 | 5 | 6 | 2 | 1 | 1 | 1070 |
| Estructuras | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| Helices | 7 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| Instrumentos | 46 | 411 | 233 | 10 | 3 | 4 | 9 | | 381 | 76 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1175 |
| Motores | 28 | 32 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 65 |
| Radio (Avionica) | 25 | 2 | 76 | 10 | 27 | 14 | 4 | 6 | 13 | 3 | 3 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 191 |
| Servicios Especializados | 16 | 5 | 4 | 7 | 24 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 62 |
| Sevicios especializados | 12 | 8 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 |
| TOTAL CAPACIDADES | 272 | 523 | 410 | 105 | 117 | 147 | 78 | 113 | 415 | 90 | 10 | 13 | 13 | 8 | 12 | 28 | 6 | 113 | 14 | 4 | 53 | 15 | 3 | 16 | 8 | 8 | 5 | 6 | 2 | 1 | 1 | 2609 |

Fuente: Elaboración propia con datos históricos de la institución.

Tabla 2 – Categorías de capacidades vs módulo de capacidades

De acuerdo con lo anterior se presenta que los accesorios y los instrumentos representan el 86.05% de la oferta de capacidades, aunque representa el 28,47% de los módulos de capacidades instaladas, con un total de 41 módulos para analizar.

| TALLER | MODULO DE CAPACIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | general |
| TBAL | 15 | 5 | 3 | 5 | 23 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 54 |
| TCOC | 2 | 38 | 3 | 50 | 1 | 7 | 3 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 115 |
| TDIN | 15 | 4 | 3 | 5 | 5 | 33 | 2 | 14 | 3 | 8 | 4 | 6 | 3 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 109 |
| TELA | 24 | 2 | 76 | 10 | 27 | 14 | 4 | 6 | 13 | 3 | 3 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 190 |
| TELE | 63 | 7 | 9 | 6 | 22 | 1 | 16 | 14 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 146 |
| TELQ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| THEL | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| THID | 26 | 1 | 31 | 1 | 2 | 9 | 37 | 4 | 9 | 2 | 1 | 4 | 5 | 6 | 10 | 28 | 6 | 113 | 14 | 4 | 53 | 15 | 3 | 16 | 8 | 8 | 5 | 6 | 2 | 1 | 1 | 431 |
| TINS | 47 | 411 | 233 | 10 | 3 | 4 | 9 | | 381 | 76 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1176 |
| TIO3 | 2 | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 |
| TJ69 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| TLIM | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| TMAQ | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| TMAT | 1 | 7 | 1 | 2 | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 |
| TPE331 | 28 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 56 |
| TPIN | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| TPT6 | 10 | 3 | 11 | 2 | 26 | 72 | 6 | 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 193 |
| TRAD | 3 | 2 | 5 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 |
| TSER | | 4 | 29 | 10 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 49 |
| TSOL | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| TT53 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 |
| TTAP | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| TOTAL DE CAPACIDADES | 272 | 523 | 410 | 105 | 117 | 147 | 78 | 113 | 415 | 90 | 10 | 13 | 13 | 8 | 12 | 28 | 6 | 113 | 14 | 4 | 53 | 15 | 3 | 16 | 8 | 8 | 5 | 6 | 2 | 1 | 1 | 2609 |

Fuente: Elaboración propia, con uso de datos históricos de la institución

Tabla 3 – Relación de talleres por módulo de capacidades

# 4. Resultados

## 4.1. Gestión de Capacidades

Partiendo del proyecto de investigación desarrollado con título (Caracterización del modelo de planeación presupuestal orientado a la toma de decisiones oportunas y efectivas basado en las capacidades técnicas aeronáuticas de la FAC, 2022) y la construcción de la plataforma modular, se estableció que la planeación basada en

capacidades, se deriva de la gestión de la demanda de mantenimientos y del impacto operacional alineado con las intenciones de la gerencia; por lo que, el mantenedor debe establecer la mayor cantidad de capacidades a mantener certificadas para la atención de un gran número de alternativas de capacidades demandadas; en consecuencia, la relevancia del modelo para la planeación por capacidades de la Figura **6**. Componentes para la planeación del mantenimiento basado en capacidades.




Figura 6 – Componentes para la planeación del mantenimiento basado en capacidades
Fuente: Adaptado de (Gómez Hernández W. A., 2022)

El modelo articulador para la articulación debe abordar los siguientes parámetros.

Función Objetivo = maximizar el beneficio ➔ fo Máx = ∑Ci(Xij)

Sujeto a: ∑aij(Xij) <= bj

- Xij = Cantidad de veces que se utiliza la familia de capacidades del módulo para el desarrollo de la familia por categoría de capacidades.
- Ci = Beneficio al desarrollar internamente una recuperación de elemento
- aij = Costo de las veces que se utiliza la familia de capacidades del módulo para el desarrollo de la familia por categoría de capacidades.
- bj = Cantidades mínimas de uso de la familia de capacidades requeridas
- Xij >= 0, restricciones de no negatividad

Las restricciones presupuestales y los costos asociados a cada una de las familias de capacidades configuran la estructura adecuada para el modelo propuesto de asignación de recursos. El impacto operativo está relacionado con el calculo del beneficio esperado por el uso de la capacidad y la oportuna respuesta para el alistamiento de las aeronaves, conllevando que el (Ci) debe estar parametrizado por la gerencia para calcularlo antes de incluir en el modelo propuesto, con lo que la planeación se basa en la definición de las políticas para la optimización de los módulos propuestos.

## 5. Conclusiones

Se identificaron criterios de decisión que aplicados desde el concepto de resultados clave permite establecer que los costos por capacidad, plataforma, sistema y modulo, que en conjunto con la cantidad de veces que se utilizó cada una de las familias de capacidades, proyectan el impacto operacional como el beneficio recibido por la institución en el desarrollo de un conjunto de módulos de capacidades a desarrollar en la plataforma de mantenimiento aeronáutico. El modelo permite calcular de manera individual y global, la productividad de cada una de las configuraciones de las familias de capacidades, y con ello tomar la mejor decisión basándose en datos documentados; en consecuencia, la productividad se encuentra en el máximo valor de impacto operacional en el alistamiento de las aeronaves, así como, en la mayor relación costo beneficio en la consolidación del portafolio de capacidades. El coste para el desarrollo de las capacidades se establece a través del indicador de efectividad en las operaciones, sin embargo, esta relacionado directamente con la configuración de los módulos y la selección de las capacidades a ofertar en vigencias futuras.

El enfoque de análisis de cumplimiento de la planeación y la demanda atendida en años anteriores a través del análisis de reparación y el análisis de uso de las capacidades que conllevan a la medición del impacto operacional de los servicios de mantenimiento, determina el criterio de decisión "Capacidad productiva de los talleres" lo que posteriormente su producto será el portafolio de capacidades. El análisis del proceso y la correlación entre la efectividad y el presupuesto a invertir en el alistamiento de las aeronaves se desarrolla definiendo las capacidades pertinentes a la unidad logística de la flota, conllevando al cambio de paradigma de seleccionar entre una gran cantidad de capacidades, al paradigma de establecer las capacidades con mayor impacto operacional y de costo beneficio proyectado.

## Referencias

AAAE. (08 de octubre de 2020). *Reglamento Aeronáutico Colombiano de Aviación de Estado 145*. Obtenido de Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas: https://aaaes.fac.mil.co/sites/aaaes/files/AAAES/documentos/racae_145_organizaciones_de_mantenimiento_aprobadas.pdf

Aerocivil. (3 de mayo de 2022). *Reglamentos Aeronáuticos de Colombia 145*. Obtenido de Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas: https://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%20145%20-%20Organizaciones%20de%20Mantenimiento%20Aprobadas.pdf

Akhmatova, M.-S., Deniskina, A., Akhmatova, D.-M., & Prykina, L. (2022). Integrating quality management systems (TQM) in the digital age of intelligent transportation systems industry 4.0. *Transportation Research Procedia, Volume 63*, Pages 1512-1520. doi:https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.163

De la Peña, B., Aguayo, F., Lama, J., Soltero, V., & Del Pozo, N. (2009). DISEÑO DE UNA PLATAFORMA MODULAR DE PRODUCTOS: APLICACIÓN A UNA FAMILIA DE PRODUCTOS. *XIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS* (pág. 13). Sevilla: Universidad de Sevilla. Recuperado el 24 de enero de 2023, de https://www.aeipro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_2007_2019.2707.pdf

Gómez Hernández, W. A. (15 de 06 de 2022). Caracterización del modelo de planeación presupuestal orientado a la toma de decisiones oportunas y efectivas basado en las capacidades técnicas aeronáuticas de la FAC. *Tesís Maestría*. Bogotá D.C., Bogotá, Colombia: Escuela de Postgrados de la FAC. Recuperado el 15 de 01 de 2023, de https://repositorio.crai-fac.com/

Gómez Hernández, W. A. (15 de junio de 2022, p. 30). Caracterización del modelo de planeación presupuestal orientado a la toma de decisiones oportunas y efectivas basado en las capacidades técnicas aeronáuticas de la FAC. *Tesís Maestría*. Bogotá D.C., Bogotá, Colombia: Escuela de Postgrados de la FAC. Recuperado el 15 de enero de 2023, de https://repositorio.crai-fac.com/

Hossain, M., Chakrabortty, R. K., El Sawah, S., & Ryan, M. J. (02 de March de 2023). A multi-objective Bi-level leader-follower joint optimization for concurrent design of product family and assembly system. *Computers & Industrial Engineering, Volume 177*(109035). doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109035

Liu, D., Wang, H., Zhong, B., & Ding, L. (2022). Servitization in Construction and its Transformation Pathway: A Value-Adding Perspective. *Engineering, Volume 19*, Pages 166-179. doi:https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.09.013

Matsukawa, H., Jin, G., Wang, J., & Wang, T. (13 de Septiembre de 2022). Product platform configuration decision in NPD with uncertain demands and module options. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH*, 20. doi:https://doi-org.mindefensa.basesdedatosezproxy.com/10.1080/00207543.2022.2127962

Qin, Y., Zhang, J., Chan, F. T., Chung, S., Niu, B., & Qu, T. (2020). A two-stage optimization approach for aircraft hangar maintenance planning and staff assignment problems under MRO outsourcing mode. *Computers & Industrial Engineering*(106607). doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106607

Qu, Y., Wang, Y., Ming, X., & Chu, X. (2023). Multi-stakeholder's sustainable requirement analysis for smart manufacturing systems based on the stakeholder value network approach. *Computers & Industrial Engineering, Volume 177*(109043). doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109043

Zhang, Q., Liu, Y., Xiahou, T., & Huang, H.-Z. (2023). A heuristic maintenance scheduling framework for a military aircraft fleet under limited maintenance capacities. *Reliability Engineering & System Safety, Volume 235*(109239). doi:https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109239

Zhao, S., zhang, q., Zhanglin, P., & lu, X. (08 de agosto de 2022). Product platform configuration for product families: Module clustering based on product architecture and manufacturing process. *Advanced Engineering Informatics, Volumen 52*, 13. doi:https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101622

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

Recebido/Submission: 21/06/2023
Aceitação/Acceptance: 26/08/2023

# Desarrollo de una aplicación web basada en reconocimiento facial y modelos bayesianos para la mejora de la seguridad carcelaria utilizando la norma ISO27001

Diego Donoso Vargas[1], Gino Cornejo Marcos[2], Carlos Calahorrano Recalde[3], Santiago Donoso Vargas[4], Erika Escobar Redin[5]

**ddonoso@ecotec.edu.ec; gcornejo@ecotec.edu.ec; calahorrano2004@hotmail.com; Santiago.donoso@unae.edu.ec; eescobar@uisrael.edu.ec**

[1] Universidad Tecnológica ECOTEC, Samborondón, 092301, Guayas, Ecuador.

[2] Universidad Tecnológica ECOTEC, Samborondón, 092301, Guayas, Ecuador.

[3] Universidad Central del Ecuador, Quito,170102, Pichincha, Ecuador.

[4] Universidad Nacional de Educación UNAE, Azogues, 030105, Azuay, Ecuador.

[5] Universidad Tecnológica ISRAEL, Quito,170102, Pichincha, Ecuador.

**Pages: 101-111**

**Resumen:** El presente artículo propone el desarrollo de una aplicación web que utilice técnicas de reconocimiento facial y modelos bayesianos para mejorar la seguridad carcelaria en cumplimiento de la norma ISO27001. La metodología propuesta consta de las siguientes etapas: 1) identificación de los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación; 2) diseño de la arquitectura de la aplicación y selección de las técnicas de reconocimiento facial y modelos bayesianos a utilizar; 3) implementación de la aplicación y realización de pruebas unitarias y de integración; 4) evaluación experimental de la aplicación en un ambiente de prueba utilizando métricas de desempeño y seguridad. Los resultados permiten establecer que la aplicación web y su estandarización mediante modelo bayesiano permite anticipar riesgos y amenazas y se puede constituir como un insumo para la reducción de la inseguridad carcelaria.

**Palabras-clave:** Aplicación; seguridad; ISO27001, reconocimiento facial, bayesiano.

## *Development of a web application based on facial recognition and Bayesian models for the improvement of prison security using the ISO27001 standard*

***Abstract:*** This article proposes the development of a web application that uses facial recognition techniques and Bayesian models to improve prison security in compliance with the ISO27001 standard. The proposed methodology consists of the following stages: 1) identification of the functional and non-functional

requirements of the application; 2) design of the application architecture and selection of the facial recognition techniques and Bayesian models to be used; 3) implementation of the application and performance of unit and integration tests; 4) experimental evaluation of the application in a test environment using performance and security metrics. The results allow establishing that the web application and its standardization by means of a Bayesian model allows anticipating risks and threats and can be used as an input for reducing prison insecurity.

***Keywords:*** Application; security; ISO27001, facial recognition, Bayesian.

## 1. Introducción

La seguridad carcelaria es de vital importancia para garantizar la seguridad de los reclusos, el personal penitenciario y la sociedad en general. En este sentido, la Norma ISO27001 (Standardization, 2013) se presenta como un marco de gestión de la seguridad de la información que puede ser aplicado a los sistemas y procesos en las cárceles. Esta norma proporciona un enfoque sistemático y estructurado para identificar y abordar los riesgos de seguridad, incluyendo la gestión de datos sensibles y la implementación de medidas de seguridad adecuadas. (Camargo, 2015)

En el caso de Latinoamérica los sistemas de rehabilitación social, centros de privación de libertad o centros carcelarios, mantienen una problemática recurrente entre la violencia, hacinamiento, falta de infraestructura e irrespeto de los derechos humanos, en mayor o menor dimensión estas problemáticas se pueden identificar en la mayoría de los países de la región. (Camargo, 2015)

La Norma ISO27001 (Standardization, 2013) establece los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI). Su aplicación en el ámbito carcelario puede ayudar a las instituciones penitenciarias a asegurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información relacionada con los reclusos, el personal y las operaciones. Además, la norma aborda aspectos clave como la gestión de incidentes de seguridad, la evaluación de riesgos y el cumplimiento legal. (Pacheco & Silva, 2019)

La Norma ISO27001 aplicada al Sistema de Rehabilitación Social del Ecuador busca promover condiciones adecuadas para el manejo de la información administrativa y operativa propia del sistema, de esta manera implementar mecanismos de seguridad a nivel de la gestión de información personal, registros, traslados, audiencias, sentencias, informes operativos e informes de inteligencia entre otros. (UNODC, 2015) Por otro lado, se encuentra el resguardo de información operacional referida a identidad del personal administrativo, agentes del servicio penitenciario, personas privadas de la libertad (reclusos), pertenencia a estructuras y organizaciones delincuenciales, expedientes de agresividad y peligrosidad entre otros. (Pacheco & Silva, 2019) (UNODC, 2015)

Según (Jain, Ross, & Prabhakar, 2004), el reconocimiento biométrico facial utiliza características únicas de la cara para la identificación y autenticación de individuos (p. 4). Además, el reconocimiento facial proporciona un **nivel adicional de seguridad** al permitir la identificación precisa de una persona basada en sus rasgos faciales únicos (Jain, Ross, & Prabhakar, 2004, p.6). En entornos sensibles, como instituciones

gubernamentales y aeropuertos, donde se requiere una autenticación segura, el reconocimiento facial es especialmente útil (Jain, Ross, & Prabhakar, 2004, p. 10). El reconocimiento facial también ofrece una **experiencia del usuario mejorada** al eliminar la necesidad de contraseñas o tarjetas de identificación, lo que simplifica el proceso de autenticación y mejora la comodidad para los usuarios (Li & Jain, 2011, p. 132). Las **características faciales distintivas** de cada individuo, como la forma de los ojos, la nariz y la boca, se capturan y se utilizan para crear un modelo biométrico facial único (Turk & Pentland, 1991, p. 74). Los sistemas de reconocimiento facial son altamente **precisos** en la identificación de individuos debido al uso de algoritmos avanzados que comparan características faciales y logran una coincidencia precisa (Jain, Ross, & Prabhakar, 2004, p. 14). Además, el reconocimiento facial es **no intrusivo** y menos incómodo para los usuarios, ya que no requiere contacto físico (Jain, Ross, & Prabhakar, 2004, p. 18).

En cuanto a las aplicaciones, el reconocimiento facial se utiliza en sistemas de **control de acceso** para permitir o denegar el acceso a áreas restringidas, edificios y dispositivos móviles (Jain, Ross, & Prabhakar, 2004, p. 20). También se emplea en aplicaciones de **verificación de identidad**, como el desbloqueo de teléfonos móviles y la confirmación de transacciones financieras (Li & Jain, 2011, p. 165). En el ámbito de la **vigilancia y seguridad**, las cámaras de seguridad equipadas con tecnología de reconocimiento facial pueden identificar a personas buscadas o sospechosas en tiempo real (Li & Jain, 2011, p. 186). Asimismo, en la **gestión de fronteras**, el reconocimiento facial se utiliza para verificar la identidad de los viajeros y prevenir el fraude de pasaportes (Jain, Ross, & Prabhakar, 2004, p. 22).

Por su parte el reconocimiento facial ha emergido como una tecnología prometedora en el ámbito de la seguridad carcelaria. Permite la identificación precisa de individuos a través de la captura y comparación de características faciales únicas. Esta tecnología puede desempeñar un papel importante en la identificación, monitoreo y seguimiento de la población carcelaria, ayudando a prevenir la falsificación de identidad, el ingreso de personas no autorizadas y la evasión de reclusos. Por su parte la combinación con modelos bayesianos nos permite interpretar las interacciones y probabilidad de ocurrencia de situaciones atípicas relacionadas con riesgos, amenazas e incluso eventos delictivos. A continuación, se presentan las etapas de desarrollo de la investigación:

## 2. Identificación de los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación

En el marco de la investigación se buscó establecer aspectos mínimos a considerar al momento de desarrollar la aplicación web, tomando en cuenta que el reconocimiento facial biométrico es una tecnológico vigente y que sigue evolucionando. En el ámbito de la seguridad carcelaria esta aplicación nos permitirá precautelar la integridad de los reclusos, personal operativo del cuerpo de vigilancia penitenciaria, personal administrativo y civiles que visitan las instalaciones carcelarias. Esta herramienta permite generar una base de información y registros faciales, históricas y poder relacionarla sobre las actividades, permanencia, recurrencia; e incluso a nivel de reclusos nos permitirá realizar un mapeo de interacciones entre los mismos con la intención de

poder anticipar inconductas, riesgos y amenazas. A continuación, se mencionan los requisitos analizados:

Dentro de este apartado se analiza los **requisitos funcionales** y la importancia de sus elementos como la **detección de caras** que debe ser capaz de detectar con precisión caras dentro de imágenes o secuencias de vídeo teniendo la capacidad de **localizar rostros** pudiendo identificar y definir rasgos faciales específicos, como ojos, nariz y boca, para establecer mediciones biométricas precisas, estimando que la **coincidencia de rostros** debe comparar los datos faciales capturados con una base de datos de rostros registrados y determinar el nivel de similitud o coincidencia, con la finalidad de mantener un **registro de usuarios** que permita a los usuarios registrar sus datos faciales biométricos con fines de identificación y autenticación. (Zhang y Jain 2011)

Por otro lado, el **procesamiento en tiempo real** debe realizar las tareas de reconocimiento facial en tiempo real para garantizar respuestas eficientes y oportunas, aplicando la **escalabilidad** el sistema es capaz de admitir un gran número de usuarios y gestionar solicitudes simultáneas de forma eficiente, garantizando la **seguridad**, la confidencialidad e integridad de los datos biométricos, empleando mecanismos de encriptación y almacenamiento seguro. Finalizando con un **registro y pista de auditoría** para mantener registros exhaustivos de todas las actividades de reconocimiento biométrico con fines de auditoría y resolución de problemas. (Zhang y Jain 2011) (NIST Instituto Nacional de Estándares y Tecnología 2019)

Sobre los **requisitos no funcionales** se debe considerar la **precisión** que debe lograr un alto nivel de exactitud en el reconocimiento y la coincidencia de rostros para minimizar los falsos positivos y negativos, el **rendimiento** debe responder con rapidez y procesar las tareas de reconocimiento facial en un plazo de tiempo aceptable, la **facilidad de uso** con una interfaz de usuario de aplicación web intuitiva y fácil de usar, facilitando a los usuarios la inscripción y el acceso a sus datos biométricos. Además, la **robustez** del sistema debe ser capaz de manejar diversas condiciones ambientales, como variaciones en la iluminación, ángulos y expresiones faciales, que relacionadas a la **privacidad** logre cumplir la normativa sobre privacidad, garantizando el manejo seguro y la protección de los datos biométricos. Se aplica la **interoperabilidad** debiendo ser compatible con diferentes navegadores web y sistemas operativos para facilitar su uso generalizado de esta manera la **fiabilidad** debe tener un tiempo de inactividad mínimo y estar altamente disponible para garantizar un funcionamiento continuo. Finalizando en el **mantenimiento** que debe ser fácil de mantener y permitir actualizaciones, parches y correcciones de errores. (Zhang y Jain 2011) (Li y Jain 2011)

Además, se debe tener presente la existencia de aplicaciones similares que vienen siendo utilizadas a nivel internacional, si bien la propuesta no alcanzaría el total de las funcionalidades de las aplicaciones descritas a continuación, estas nos sirven como marco de referencia para el desarrollo de la propuesta. Dentro de la propuesta se busca desarrollar una aplicación que guarde correspondencia con los requisitos funcionales y no funcionales antes descrito, pero que además pueda se un instrumento amigable en cuanto a su funcionalidad y disponibilidad para los funcionarios del cuerpo de seguridad y vigilancia penitenciaria. Como por ejemplo el **FaceID de Apple** como una conocida aplicación de reconocimiento facial biométrico para la autenticación de usuarios en sus dispositivos, demostrando las capacidades de la tecnología. Por otro lado, **Amazon**

**Rekognition** un servicio basado en la nube que proporciona análisis y reconocimiento facial, ofreciendo a los desarrolladores la posibilidad de incorporar capacidades de reconocimiento facial en sus aplicaciones. (Amazon 2023)

La tecnología de reconocimiento facial se utiliza ampliamente en aplicaciones policiales y de vigilancia para la identificación y el seguimiento de sospechosos. Se debe contemplar que algunas de las limitaciones tecnológicas y de seguridad analizadas dentro de la investigación están relacionadas a la falta de desarrollo e implementación de un sistema de seguridad informática bajo norma ISO27001, la cual podría garantizar que la aplicación de los instrumentos físicos y digitales cumplan cabalmente la función de seguridad para la cual fueron diseñados.

## 3. Diseño de la arquitectura de la aplicación y selección de las técnicas de reconocimiento facial y modelos bayesianos a utilizar

En la Figura 1, se pueden identificar distintos elementos que representan el proceso de reconocimiento facial. Estos elementos incluyen etapas del proceso, bloques de procesamiento y resultados. Las etapas del proceso representadas en el diagrama abarcan diversas fases del reconocimiento facial. Estas etapas comprenden la adquisición de una imagen facial, la extracción de características faciales relevantes, la comparación de dichas características con una base de datos de referencia y la generación de un resultado de coincidencia. Asimismo, se observan bloques de procesamiento que indican las distintas tareas o algoritmos involucrados en el proceso de reconocimiento facial. Estos bloques pueden incluir la detección de rostros, el análisis de características faciales como los ojos, la nariz y la boca, así como la comparación de patrones con una base de datos.

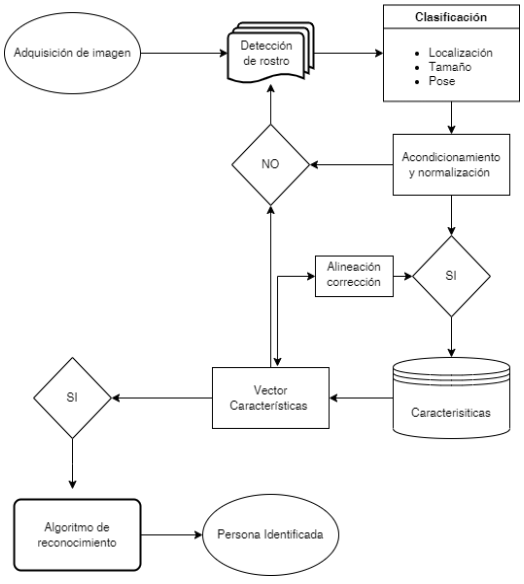



Figura 1 – Esquema aplicación web – reconocimiento biométrico facial.

En relación al resultado final, la figura sugiere que se muestra la identificación de la persona en la imagen facial o una medida de similitud o confianza en la coincidencia encontrada. De esta manera se puede asegurar que la persona identificada corresponde con la persona de la cual se obtuvo la imagen inicial.

Es importante destacar que esta descripción se basa en una interpretación general de los elementos típicos presentes en un proceso de reconocimiento facial y no se refiere a una descripción detallada de la imagen específica proporcionada.

En el diseño de la arquitectura de la aplicación web para reconocimiento facial biométrico, se pueden utilizar técnicas y modelos bayesianos para abordar la incertidumbre y mejorar la precisión del sistema (Srinivas, Sreedharan, & Sundaram, 2018). Estos modelos permiten realizar una actualización de las probabilidades a medida que se obtiene más evidencia durante el proceso de reconocimiento facial (Li & Liddell, 2013). Esto lleva a una mayor confiabilidad en la identificación y autenticación de los individuos.

Según (Li, Deng, & Du, 2013), en el diseño de la arquitectura de la aplicación web para reconocimiento facial biométrico, las técnicas y modelos bayesianos desempeñan un papel importante en la toma de decisiones y en la mejora de la precisión del sistema (p. 84). En el contexto del reconocimiento facial biométrico, los modelos bayesianos pueden utilizarse para abordar diversos aspectos, como la estimación de la probabilidad de coincidencia entre características faciales y la identificación de individuos (Li, Deng, & Du, 2013, p. 84).

El clasificador bayesiano ingenuo (Naive Bayes classifier) es una técnica comúnmente utilizada en el reconocimiento facial biométrico, ya que asume la independencia condicional de las características faciales, lo que simplifica el cálculo de las probabilidades y agiliza el proceso de clasificación (Li, Deng, & Du, 2013, p. 88). Los modelos bayesianos también permiten actualizar las probabilidades a medida que se obtienen más evidencias durante el proceso de reconocimiento facial, lo que mejora la precisión y la confiabilidad del sistema (Li et al., 2013, p. 92). En un estudio realizado por (Zhang, Yin, Zhang, & Shang, 2017), se utilizó un modelo bayesiano para la estimación de la probabilidad de coincidencia en el reconocimiento facial (p. 1250).

A continuación, se presentarán algunos de los hallazgos sobre las estimaciones de la aplicación de modelos bayesianos en la clasificación de rostros capturados mediante la aplicación web de reconocimiento biométrico facial. La utilidad de esta aplicación se centra fundamentalmente en la capacidad de reconocimiento en tiempo real, el grado de fiabilidad del reconocimiento y las condiciones óptimas y subóptimas para garantizar la identificación de personas.

## 4. Implementación de la aplicación y realización de pruebas unitarias y de integración

Dentro de la implementación se realizaron observaciones y clasificaciones ajustadas a las variables analizadas considerando los siguientes criterios: 1. Edad; 2. IDvf – identificación verificada; 3. DtFc – datos faciales; 4. RgOj -registro orejas; 5. RgNr – registro nariz; 6.RgBc – registro boca; 7.Pelg – peligrosidad; y 8. ReAD – reincidencia actos delictivos. Conforme se presenta en la Tabla 1.

| Variable | Obs | Mean | Std. dev. | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| Edad | 208 | 39.37981 | 9.048179 | 22 | 56 |
| IDvf | 208 | 1.475962 | .5006267 | 1 | 2 |
| DtFc | 208 | 1.466346 | .5000697 | 1 | 2 |
| RgOj | 208 | 1.475962 | .5006267 | 1 | 2 |
| RgNr | 208 | 1.485577 | .5009977 | 1 | 2 |
| RgBc | 208 | 1.490385 | .5011136 | 1 | 2 |
| Pelg | 208 | 3.144231 | 1.368509 | 1 | 5 |
| ReAD | 208 | 1.466346 | .5000697 | 1 | 2 |

Tabla 1 – Variables analizadas modelo Bayes

En la Tabla 2. Se presentan los resultados de la regresión del modelo bayesiano sobre el análisis de la utilidad del reconocimiento facial biometrico en el Sistema de Rehabilitación Social del Ecuador; como punto de análisis se tomó al Centro de Privación de Libertad Guayas N°1 (CPL Guayas N°1).

Los datos muestran que la Edad tiene una media de 4.713579 y una desviación estándar de 1.125127. El intervalo de credibilidad del 95% para la edad varía entre 2.397554 y 6.864208. En cuanto al IDvf el coeficiente estimado para IDvf es de 4.713579. Esto sugiere que, en promedio, un aumento de un punto en la identificación verificada está asociado con un aumento de aproximadamente 4.71 en la variable dependiente.

Esto relacionado a DtFc donde el coeficiente estimado para DtFc es de -1.03961. Esto indica que, en promedio, un aumento de un punto en los datos faciales está asociado con una disminución de aproximadamente 1.04 en la variable dependiente. Si se considera al RgOj el coeficiente estimado para RgOj es de 2.110543. Lo que sugiere, un aumento de un punto en el registro de orejas en promedio, está asociado con un aumento de aproximadamente 2.11 en la variable dependiente. Sobre el RgNr el coeficiente estimado para RgNr es de -3.965865 indicando que, en promedio, un aumento de un punto en el registro de nariz está asociado con una disminución de aproximadamente 3.97 en la variable dependiente, si se relaciona al RgBc el coeficiente estimado para RgBc es de 0.4167725. Esto sugiere que, en promedio, un aumento de un punto en el registro de boca está asociado con un aumento de aproximadamente 0.42 en la variable dependiente. Dos elementos que se consideran fundamentales para la investigación son la Pelg donde el coeficiente estimado para Pelg es de 1.157264. Esto indica que, en promedio, un aumento

de un punto en la peligrosidad está asociado con un aumento de aproximadamente 1.16 en la variable dependiente. Finalmente, la ReAD la variable ReAD está omitida en los resultados, lo que sugiere que no se incluyó en el modelo. En cuanto a sigma2, representa la varianza residual o la variabilidad no explicada por las variables independientes en el modelo. En este caso, sigma2 tiene una media de 70.95333 y un intervalo de credibilidad del 95% entre 58.15381 y 86.03965.

| | **Equal-tailed** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Mean** | **Std. dev.** | **MCSE** | **Median** | **[95% cred. interval]** |
| Edad | | | | | |
| IDvf | 4.713579 | 1.125127 | .119905 | 4.730386 | 2.397554 6.864208 |
| DtFc | -1.03961 | 1.227712 | .095928 | -1.049814 | -3.444831 1.481527 |
| RgOj | 2.110543 | 1.151276 | .079037 | 2.04675 | -.1780157 4.533229 |
| RgNr | -3.965865 | 1.297855 | .101956 | -3.89467 | -6.574741 -1.588083 |
| RgBc | .4167725 | 1.173092 | .05657 | .4310057 | -1.898169 2.757697 |
| Pelg | 1.157264 | .4260623 | .05995 | 1.164683 | .2941339 1.918652 |
| _cons | 32.44013 | 3.922802 | .367509 | 32.34515 | 24.98628 40.6141 |
| sigma2 | 70.95333 | 7.114209 | .178577 | 70.51738 | 58.15381 86.03965 |

Tabla 2 – Regresión Bayesiana Modelo

Analizar los resultados de la siguiente tabla, que relaciona las siguientes variables: Variable independiente “Edad” y variables dependientes “Pelg – peligrosidad” y “ReAD – reincidencia de actos delictivos”

Los resultados de la tabla muestran las estimaciones de los coeficientes para el modelo que relaciona la variable independiente “Edad” con las variables dependientes “Pelg” (peligrosidad) y “ReAD” (reincidencia de actos delictivos). En cuanto a la Pelg tiene una media estimada de 1.554582 y una desviación estándar de 0.447071. El intervalo de credibilidad del 95% para la variable Pelg varía entre 0.6863147 y 2.440844.

Estos valores representan el rango plausible de valores para la peligrosidad, esto relacionado a ReAD que tiene una media estimada de -0.0137449 y una desviación estándar de 1.265662. El intervalo de credibilidad del 95% para la variable ReAD varía entre -2.662428 y 2.447025. Estos valores representan el rango plausible de valores para la reincidencia de actos delictivos.

| | Equal-tailed | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Mean** | **Std. dev.** | **MCSE** | **Median** | **[95% cred. interval]** |
| Edad | | | | | |
| Pelg | 1.554582 | .447071 | .017003 | 1.537876 | .6863147 2.440844 |
| ReAD | -.0137449 | 1.265662 | .044972 | -.0059528 | -2.662428 2.447025 |
| _cons | 34.51062 | 2.392083 | .09299 | 34.59611 | 29.75721 39.0285 |
| sigma2 | 79.08406 | 8.039753 | .180669 | 78.53575 | 64.60629 96.21284 |

Tabla 3 – Relación Peligrosidad vs. Reincidencia

## 5. Evaluación experimental de la aplicación en un ambiente de prueba

Al relacionar las variables “Pelg” (peligrosidad) y “ReAD” (reincidencia de actos delictivos), podemos establecer lo siguiente se pudo establecer que el coeficiente de Pelg indica la relación entre la peligrosidad y la reincidencia de actos delictivos. En este caso, la media estimada para Pelg es 1.554582. Un coeficiente positivo indicaría que a medida que aumenta la peligrosidad, es más probable que haya una mayor reincidencia de actos delictivos. Sin embargo, es importante tener en cuenta la incertidumbre asociada a este coeficiente y considerar el intervalo de credibilidad del 95%, que va desde 0.6863147 hasta 2.440844. Si este intervalo no incluye el valor cero, indicaría que hay una asociación significativa entre la peligrosidad y la reincidencia de actos delictivos.

Cuando se analizó el coeficiente de ReAD indica la relación entre la reincidencia de actos delictivos y la peligrosidad. En este caso, la media estimada para ReAD es -0.0137449. Un coeficiente cercano a cero sugiere una relación débil o nula entre la reincidencia de actos delictivos y la peligrosidad. Sin embargo, al igual que con Pelg, es importante considerar la incertidumbre asociada a este coeficiente y observar el intervalo de credibilidad del 95% que va desde -2.662428 hasta 2.447025. Si este intervalo incluye el valor cero, indica que no hay una asociación significativa entre la reincidencia de actos delictivos y la peligrosidad.

En resumen, al relacionar las variables “Pelg” y “ReAD”, se establece que la peligrosidad tiene una asociación positiva con la reincidencia de actos delictivos según el coeficiente estimado. Sin embargo, es importante considerar la incertidumbre asociada a estas estimaciones y examinar los intervalos de credibilidad para obtener una comprensión más completa de la relación entre estas variables. Se puede considerar a partir de este análisis que existen factores adicionales que puedan influir en esta relación.

En nuestro caso la implementación de un sistema de reconocimiento facial biométrico y la aplicación de un SGSI bajo norma ISO27001, muestran índices significativos de utilidad, lo que da cabida a considerarlos como medios adecuados para la reducción de los actos

## 6. Conclusiones

A partir de la investigación se puede concluir lo siguiente, que el IDvf observa que a medida que la edad aumenta, el valor promedio de la identificación verificada también tiende a aumentar. Sin embargo, la desviación estándar relativamente alta indica que existe cierta variabilidad en esta relación. Sobre los datos de DtFc no se observa una relación clara entre la edad y los datos faciales. El valor promedio está cerca de cero y la desviación estándar es relativamente alta, lo que sugiere que la edad puede no ser un predictor significativo de los datos faciales, entendiendo que el proceso de identificación facial fue aplicado a toda la población, sin embargo, la fiabilidad de los datos es variable en función de las condiciones propias del proceso de levantamiento de información facial. De igual manera lo que refiere al RgOj, RgNr, RgBc no se evidencia una relación clara entre la edad y el registro de orejas, nariz y boca. El valor promedio y la desviación estándar indican que la edad puede no ser un factor determinante en este registro. Lo que se logró establecer es un catálogo de características faciales y rasgos reconocibles, bajo distintas condiciones de iluminación y saturación, de igual manera rasgos característicos que serán incluidos para los procesos de identificación.

Sobre la importancia de la utilización de una aplicación de reconocimiento facial biométrico se recoge que la **identificación precisa** es capaz de identificar a las personas de manera precisa y única, utilizando características faciales únicas como patrones de ojos, nariz, boca, etc. Esto ayuda a garantizar que los reclusos sean identificados correctamente, evitando errores de identificación y mejorando la seguridad general en las instalaciones carcelarias, esto puede traducirse en **mejora de la seguridad** al implementar sistemas de reconocimiento facial biométrico, se mejora la seguridad carcelaria al reducir la posibilidad de ingreso de personas no autorizadas o la suplantación de identidad de los reclusos. Esto ayuda a prevenir fugas, evasiones y otros incidentes de seguridad. La aplicación de esta aplicación garantiza el **ahorro de tiempo y recursos** donde los sistemas de reconocimiento facial biométrico automatizan el proceso de identificación, eliminando la necesidad de procedimientos manuales y registros en papel. Esto ahorra tiempo y recursos para el personal de seguridad, permitiéndoles enfocarse en otras tareas críticas, donde se considera el **monitoreo continuo** como elemento a integrar con sistemas de videovigilancia para realizar un monitoreo continuo en tiempo real. Esto permite detectar de manera rápida y eficiente cualquier actividad sospechosa o comportamiento anómalo dentro de las instalaciones carcelarias.

Por otro lado, contar con un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI) basado en la norma ISO 27001 también ofrece varias ventajas en el ámbito carcelario entre lo que se logró establecer la **protección de datos sensibles** para la implementación de un SGSI según la norma ISO 27001 ayuda a proteger la información confidencial y sensible relacionada con los reclusos, el personal y otros aspectos críticos de la seguridad carcelaria. Esto incluye datos personales, registros médicos, informes judiciales y otros documentos sensibles que deben manejarse de manera segura.

Es necesario considerar la importancia del **cumplimiento normativo** en un SGSI basado en ISO 27001 ayuda a cumplir con los requisitos legales y regulatorios relacionados con la seguridad y privacidad de la información. Esto incluye leyes de protección de datos, regulaciones específicas para la gestión de información en entornos carcelarios y otros requisitos aplicables. Se debe contemplar la **gestión de riesgos** en el SGSI que proporciona un marco estructurado para identificar, evaluar y gestionar los riesgos de seguridad de la información. Esto permite implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger la información contra amenazas internas y externas, como el acceso no autorizado, la divulgación indebida o la pérdida de datos. Finalmente, es primordial la **mejora de la confianza y reputación** al contar con un SGSI certificado según la norma ISO 27001, se demuestra el compromiso con la seguridad de la información y se genera confianza tanto entre el personal carcelario como entre los órganos judiciales y la sociedad en general. Esto contribuye a una mejor reputación y credibilidad de la institución carcelaria.

## Referencias

Camargo, A. (2015). Situación de las cárceles en América Latina y el Caribe. *Revista CIDOB d'Afers Internacionals, (111)*, 139-164.

Jain, A. K., Ross, A., & Prabhakar, S. (2004). An introduction to biometric recognition. . *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14(1)*, 4-20.

Li, S. Z., & Jain, A. K. (2011). Handbook of face recognition. *Springer Science & Business Media*, 58-69.

Pacheco, M. G., & Silva, A. F. (2019). A importância da ISO 27001 na gestão da segurança da informação em organizações. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 4(4)*, 130-150.

Standardization, I. O. (2013). *ISO/IEC 27001:2013 - Information technology - Security techniques*. Obtenido de Information security management systems - Requirements.

Turk, M., & Pentland, A. (1991). Eigenfaces for recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience, 3(1)*, 71-86.

UNODC. (2015). *Handbook on the Management of Prisons*. Obtenido de UNODC: https://www.unodc.org/documents/justice-and-prison-reform/15-02521_Ebook.pdf

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

Recebido/Submission: 25/05/2023
Aceitação/Acceptance: 14/07/2023

# Herramientas Web 2.0 en las competencias genéricas en estudiantes de Escuelas Militares de Ecuador

Gloria Maritza Valencia-Vivas[1,2,3], Cayo León[2], Andrés Ismael Dávalos-Carrillo[3], Gladys Verónica Ronquillo Murrieta[4]

**gmvalencia@espe.edu.ec; cleonf@unmsm.edu.pe; andresdavalos79@gmail.com; gronquillom@utb.edu.ec**

[1] Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, 171103, Sangolquí, Ecuador.

[2] Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 15081, Lima, Perú.

[3] Escuela Superior Militar de Aviación Cosme Rennella B., Fuerza Aérea Ecuatoriana, 240209, Salinas, Ecuador

[4] Facultad de Ciencias Jurídicas Sociales de la Educación, Universidad Técnica de Babahoyo, 120102, Babahoyo, Ecuador

**Pages: 112-129**

**Resumen:** El presente artículo tiene como objetivo identificar la herramienta Web 2.0 que más se adapta al desarrollo de competencias genéricas en estudiantes de escuelas militares de Ecuador. Se utilizó para ello un análisis descriptivo-cuantitativo, se aplicó una encuesta a partir del uso de una escala de Likert a 58 alumnos de la Escuela Superior Militar de Aviación Cosme Rennella Barbatto y 57 alumnos de la Escuela Superior Naval Comandante Rafael Morán Valverde a quienes se les pidió que utilicen una herramienta Web 2.0 específica. Los resultados arrojaron que, en la mayoría de las dimensiones analizadas como es la disponibilidad de tiempo de la herramienta, la facilidad de uso de la misma para lograr entender contenidos, así como la posibilidad de lograr afianzar el pensamiento crítico de los estudiantes, fue el blog la herramienta Web 2.0 que obtuvo calificación satisfactoria, seguida del YouTube y wikis en aspectos de interacción.

**Palabras-clave:** herramientas; Web 2.0; blog; escuelas militares

## *Web 2.0 tools in generic competencies in students of Military Schools in Ecuador*

***Abstract:*** This article aims to identify the Web 2.0 tool that best suits the development of generic skills in students of military schools in Ecuador. For this purpose, a descriptive-quantitative analysis was used, since a survey was applied based on the use of a Likert scale to 58 students of the Escuela Superior Militar de Aviación Cosme Rennella Barbatto and 57 students of the Escuela Superior Naval Comandante Rafael Morán Valverde who were asked them to use a specific Web 2.0 tool. The results showed that, in most of the dimensions analyzed, such as the

availability of time for the tool, the ease of using it to understand content, as well as the possibility of strengthening the critical thinking of students, was the blog. the Web 2.0 tool that obtained a satisfactory rating, followed by YouTube and wikis in aspects of interaction.

***Keywords:*** tools; Web 2.0; Blog; military schools

## 1. Introducción

En el contexto actual, debido a los grandes cambios suscitados a nivel social, político, económico, tecnológico, se ha observado la urgencia por determinar con claridad cuáles han de ser las mejores prácticas metodológicas educativas, donde se ha dado importancia a la incorporación de nuevas herramientas TIC para lograr un proceso activo y flexible que se asocie en función a las necesidades, capacidades, habilidades, destrezas de los estudiantes del siglo XXI, ya que hoy se habla de métodos pedagógicos más acercados a la realidad propia del estudiante y menos enfocados en la memorización de contenidos.

Y es que también se verifican cada vez nuevos retos para el contexto pedagógico ya que se encuentran ante un nuevo perfil de estudiantes, porque son una nueva generación, que se consideran los ‘’nativos digitales”, y es que esto se ha producido por la masificación de las TIC y con la urgencia por dar a conocer una sociedad más tecnificada. Es así que, en el entorno educativo se ha de dar paso a que la sociedad se adapte a la información, y a los desafíos que se requieren con el uso de distintas herramientas educativas.

Si bien, las brechas digitales han impedido un desarrollo equitativo de las naciones, lo cierto es que, en el ámbito educativo, se ha visto cada vez más la urgencia por incorporar a las tecnologías ya no solo como una herramienta pedagógica sino como un mecanismo de unificación de una sociedad que cada vez amplía su conocimiento a partir del aprovechamiento de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC) y las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP). Teniendo claro que ‘’estas son herramientas que actualmente han de usarse, ya que ayudan y permiten a los estudiantes el desarrollo de competencias que les aporta a la resolución de problemas, e incluso les motiva a gestionar el campo investigativo con enfoque en la investigación científica, lo que fomenta el pensamiento crítico” (Espinosa, et. al, 2020)

También es preciso mencionar, que los actores implicados en la acción educativa como los docentes, estudiantes y la propia comunidad, se ve inmersa en los procesos de cambio continuo a partir de la aplicación de estrategias para reducir las brechas digitales, claro está que para ello se requieren acciones inmediatas y oportunas que abarcan también la gestión de recursos humanos, tecnológicos, materiales, de infraestructura para adaptarse a estos nuevos cambios.

Según (Maritza & Dario, 2019) en su revisión bibliográfica evidenciaron que ninguno de los estudios recopilados informó un efecto perjudicial sobre el aprendizaje; sin embargo, los efectos positivos no se atribuyen necesariamente a las tecnologías en sí, sino a cómo se utilizan las tecnologías y como un concepto de aprendizaje

En el caso del Ecuador, se encuentran normas vigentes que tienen como prioridad la educación de calidad, por lo tanto, desde la Constitución de la República (2008)

se menciona que “La educación es un derecho (…)” Todavía en ciertos casos se dan problemas como la falta de capacitación de los docentes en uso de TIC´s en procesos educativos específicos pues en ciertos centros educativos, los docentes prefieren no innovarse y continuar con métodos y técnicas tradicionales de aprendizaje, por lo tanto el efecto son estudiantes desmotivados por aprender. (Plan Nacional de Desarrollo Toda Una Vida, 2017-2020) Por lo que, existe todavía la notable brecha digital entre los sectores urbanos y rurales, pues se diferencian por la disponibilidad de redes wifi, así como equipos de computación como laptops o computadores de escritorio, ya que se hace más dificil el acceso a las TIC para quienes no disponen de una calidad de vida digna.

### 1.1. La brecha digital y las estrategias de afrontamiento

En la actualidad, todavía existe el debate de si realmente es urgente replantear los sistemas educativos, basándose en aspectos de la educación del futuro, poniendo en el centro del análisis a los estudiantes, y la forma como deben ser los educadores, en función a las urgencias de la sociedad de la comunicación (Espinosa, et. al, 2020). Y es que, muchas son las respuestas pues por ello se plantean diversos modelos educativos innovadores a partir de la sociedad de la información o sociedad en Red.

Por otro lado, cabe destacar la importancia de reducir las brechas digitales en torno al acceso, utilización y apropiación de las tecnologías lo que da como resultado la exclusión de ciertos colectivos dentro de la famosa Sociedad de la Información y el Conocimiento (SIC) (Gómez D. et. al, 2018). Y es que, el nacimiento de las TIC y sus aportes han generado que un reducido número de naciones, es decir, las de mayor desarrollo tanto económico como social hayan dado sitio a las ‘’brechas tecnológicas y sociales”, lo que produce una limitante en la apropiación de la sociedad con las tecnologías en conjunto, y la desigualdad en la sociedad sobre el aprovechamiento y alcance tecnológico. (Gómez A. , Alvarado, Martínez, & Díaz, 2018)

Por lo tanto, en la Sociedad de la Información y el Conocimiento, la desigualdad antes indicada se la conoce como ‘’brecha digital”, y se estructura según Reygadas (2008) como un fenómeno muy amplio y de carácter complejo ya que va a depender de diversos contextos a nivel político, económico y social, pues se asocian de forma concreta con problemas estructurales de la sociedad globalizada, como es el caso de la pobreza, desempleo, precariedad en el ámbito laboral, lo que se traduce en desequilibrio de la distribución de la riqueza entre naciones y grupos específicos, además de otros problemas propios de las SIC.

En medio de la brecha digital entonces, se encuentra también el contexto educativo, y en él se articula la esperanza de las naciones y las sociedades en general, para mitigar o frenar la brecha digital, y es que, si bien, esta hace énfasis en ‘’la desigualdad en el acceso, uso o impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) entre grupos sociales” (Cruz Roja de España, 2020), se verifica que dichos grupos se determinan en función a aspectos de tipo económico, geográfico, cultural, de género o la edad.

Un dato importante, es que, en países como España el 27.1% de los niños y niñas viven en hogares que no sobrepasan el umbral de pobreza, teniendo claro que es un porcentaje

amplio, mucho más durante la pandemia, donde se detectó que el 34.5% de hogares con niños y adolescentes menores de 16 años han tenido dificultad para seguir el curso escolar, teniendo claro que, el 23.6% no dispone de equipos informáticos, el 12.7% no tiene conexión a internet, y a esto se suman los problemas como la falta de apoyo del centro educativo o los docentes y familia (Cruz Roja de España, 2020). Y estos datos son preocupantes en una sociedad desarrollada a nivel europeo como lo es España, mucho más al tratarse de naciones en vías de desarrollo, como el Ecuador, donde según el INEC (2022) se afirma que '' el 29,3% de la población de cinco años en adelante no tiene acceso a Internet. Característica que pone a esta población en una situación de mayor vulnerabilidad y desigualdad en la sociedad".

Es ahí donde la educación y el uso de TIC con aprovechamiento en el ámbito educativo da la posibilidad a las nuevas generaciones, las cuales ya han nacido en una era digital, que puedan sacar provecho al máximo de las TIC, TAC, TEP, de tal manera que, sea posible su uso para fomentar no solo la mejora del proceso de enseñanza de los estudiantes, sino que se de paso a plantearlas como herramientas activas que generan el aprendizaje significativo y a partir de ello se crearán nuevos conocimientos y formas de investigación, experimentación y afianzamiento con la sociedad de tipo innovadoras.

Y es que, estas estrategias han iniciado en el contexto educativo interno, con la adaptación de cursos en modalidad online, además de la capacitación continua sobre herramientas tecnológicas hacia los docentes, así como la disponibilidad y acceso a más cantidad de equipos tecnológicos. (Gómez, et. al, 2018) Y además, se ha fomentado también el aporte hacia las personas mayores a un mayor acceso al ámbito pedagógico o búsqueda de empleo usando las herramientas digitales educativas y de la información.

### 1.2. El acceso digital como derecho humano

Si bien, los derechos humanos son una posibilidad de construir un orden social justo a partir de una convivencia armónica fundamentada en el respeto a la equidad, con el pasar del tiempo por la historia, los derechos han sido mejorados y otros modificados de acuerdo al contexto social actual y a las exigencias en torno a la dignidad humana en un contexto concreto, sobre todo en el entorno hiperconectado de hoy hace falta de forma urgente la inclusión de la tecnología como un derecho, sin embargo, los rápidos avances también han aumentado la brecha digital, por lo tanto se requiere que se fomente estrategias, para enfrentar los nuevos desafíos de la tecnología y la necesidad de mejora de la inclusión social, y laboral desde el contexto de la digitalización. (CEPAL, 2019)

Cuando se habla de los derechos digitales, se asocia también a la necesidad de la persona a su libertad de expresión, así como a mantener la privacidad, por lo tanto ayudan a que las personas accedan, usen y publiquen medios digitales, además de acceder y usar ordenadores, y otros dispositivos electrónicos y redes comunicacionales (Internet Society, 2015).

Por lo tanto, el internet es un facilitador de derechos humanos, pues ayuda a dar a conocer las libertades de expresión de ideas, pensamientos, sentimientos, así como la posibilidad de relacionarse con otros y gestionar la creatividad humana sin precedente alguno.

### 1.3. Sociedad de la información (SI) y sociedad del conocimiento (SC)

Cabe destacar que, la SI y la SC son dos expresiones dentro del ámbito educativo, que hacen énfasis en la utilización de los dispositivos digitales, de tal manera que ayuden al aprendizaje y a la consolidación de un modelo integral educativo, de tal forma que sea posible el cumplimiento de objetivos tecnológicos en el campo pedagógico en este siglo XXI.

Y es que, la venida de las tecnologías en el aula, así como el aumento de cursos online han dado paso a nuevos horizontes para fomentar la calidad educativa y por lo tanto ha incrementado el cambio de modelos de educación fundamentados en la infraestructura tecnológica y en el Internet para lograr la transmisión idónea de información (Espinosa & Olvera, 2020). Lo indicado anteriormente hace énfasis en que la tecnología ha ido evolucionando y con ella también la enseñanza y el conocimiento han adquirido una interrelación a partir de la tecnología, lo que puede generar conocimiento a partir del uso de medios virtuales, la posibilidad de compartir la información y de gestionar aprendizajes pedagógicos en dichos medios.

### 1.4. Las TIC, TAC, TEP

Es preciso mencionar que, cada una de las tecnologías antes indicadas tienen su propia descripción, y se las define de la siguiente forma según la Tabla 1:

| | TIC | TAC | TEP |
|---|---|---|---|
| Descripción | Tecnología de la información y comunicación | Tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento | Tecnologías de empoderamiento y la participación |
| Objetivo | Gestionar la información | Construir el conocimiento | Compartir conocimiento |
| Característica | Se gestionan recursos específicos para la manipulación de información | Se dispone de metodologías que sea poyan en la tecnología para ser herramientas guías para el docente | Se propaga un entorno activo de trabajo comunitario virtual |
| Importancia | Permiten optimizar la eficiencia de los procesos comunicativos | Ayudan a la atención a la diversidad | Aportan hacia la interacción de las personas |
| Herramientas | Hardware y software | Metodologías activas en el aula | Entornos colaborativos, redes sociales |
| Ejemplos | Pantallas digitales, dispositivos de almacenamiento, smarthphones | Tutoriales de clase, videos, juegos interactivos | Las herramientas de la Web 2.0, 3.0, 4.0 |

**Fuente:** (Fundación Telefónica, 2022)

Tabla 1 – TIC, TAC, TEP

### 1.5. El uso de herramientas Web 2.0 en el proceso educativo

Las transformaciones continuas y los procesos de cambio tecnológico y cultural, principalmente del último medio siglo, así como la exigencia del desarrollo de una nueva configuración de la educación superior, han llevado a las universidades a un proceso crítico de reestructuración y revisión general que, apuesta por la flexibilidad en los conocimientos impartidos, la formación continuada y la diversificación de metodologías y formas de desarrollo de las mismas. (Baelo, 2009)

El impacto que ha causado las herramientas Web 2.0 en la sociedad, ha sido en primera instancia en las instituciones educativas, por lo que se debe considerar que las instrucciones y escenarios para el aprendizaje deben adaptarse a los nuevos cambios e innovaciones que exige la educación (Vivas, 2020)

Cuando se hace énfasis en las herramientas activas educativas, se consideran dentro de ellas a las Web 2.0, pues al adentrarse al origen de la web 2.0 es necesario referirse al artículo de Tim O'Reilly (2005) en el cual se identificaba el significado de estas herramientas, así como se percibían los patrones para su diseño y modelos de negocio. Por lo tanto, la web fue vista como una plataforma de contenidos, así como de servicios que están dentro de la web y no en el computador de cada persona. La información tiene su almacenamiento en los servidores de distintas herramientas web donde el usuario puede tener acceso cada vez que se conecte a Internet.

Claro está que entre otras ventajas también O'Reilly (2005) citado por Martínez (2010), detalló que estas herramientas permiten el aprovechamiento de la inteligencia colectiva, ya que los aportes de cada persona pueden aprovecharse por los demás, y de esta forma se retroalimenta la inteligencia de la sociedad, ya que a medida que los usuarios agregan nuevos contenidos y sitios web existe el enlace con una estructura de la web ya que otros usuarios miran el contenido y surge la conexión a estos.

Se identificó a la web 2.0 como la forma de gestionar bases de datos como la competencia básica, ya que la singularidad de la web 2.0 justamente está en que los datos se producen por los mismos usuarios, pues ellos pasan a ser los co-autores y co-desarrolladores de contenidos y aportes de la web (Pérez, 2015). Y es que esto genera competitividad para las empresas que se instalan en la web porque los datos son la base para transformarlos en un sistema de servicios.

A su vez, se verificó que la Web 2.0 son modelos de programación sencillos, donde los colaboradores crean aplicaciones no centralizadas, lo que a su vez ayudan al usuario a ver el contenido que desee y en el momento que lo desee, y no necesita un proveedor intermediario de la información.

Es así que, todas las ventajas antes mencionadas y muchas más como la experiencia enriquecedora que ofrece a los usuarios el uso de las Web 2.0 se dan al aplicar dichas herramientas digitales tanto a nivel de usuario como en el campo corporativo y también han sido aprovechadas en el contexto educativo hasta la actualidad, con sus respectivas actualizaciones.

Por lo tanto, las herramientas 2.0 son aquellos programas o sitios web que se encuentran disponibles para diversas funcione sen el Internet y su aprovechamiento principal es en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Entre las principales herramientas de la web 2.0 están según Pérez (2015):

- Blogs. - Son sitios unipersonales o de grupo que pueden ser diarios de publicaciones o textos literarios, y permiten compartir diversos textos y relatos, ahora también se puede incluir contenido audiovisual, y se apoyan en las herramientas del Internet y con la retroalimentación de contenidos de los seguidores.
- Foros. - Es un espacio comunicativo asincrónico (no son en tiempo real) donde los estudiantes pueden entablar diálogos y debates sobre una temática en cuestión, en el Moodle hay distintos tipos de foro y cada uno con sus características concretas según la discusión que se aborda.
- Redes sociales. - Son comunidades virtuales en las cuales los individuos a distancia pueden realizar comunicaciones en tiempo real, a partir de chats, y se dispone de la información de manera pública, así como de la conexión con personas o grupos con los mismos intereses.
- Wiki. - Son sitios de libre acceso informativo, a través de los cuales se acumulan los conocimientos y teorías, desde las obras más antiguas y se llenan con usos colaborativos.
- YouTube. - Sitio web donde se comparten videos, y es aquí donde el estudiante también puede hallar información del tema o asignatura de interés.

### 1.6. Las competencias genéricas en los estudiantes

Se llaman así al conjunto de atributos que ayudan al estudiante a asociarse con el medio que le rodea a partir de ciertos aspectos compartidos, globales y comunes, como la toma de decisiones, el pensamiento crítico, o el respeto por la dignidad de la persona, al enfrentarse a una situación concreta (Yañez, 2020).

También Bravo (2007) define a las competencias genéricas como una mezcla de los atributos disponibles en asociación a procesos, habilidades y actitudes que describen los actores del aprendizaje en un entorno educativo o lo que los estudiantes tienen la capacidad de demostrar al fin de un proceso educativo. Así como también González y González (2008) identifica que estas habilidades pueden ser compartidas y comunes a cualquier nivel educativo, pero su presencia si debe ser clara y bien estructurada.

## 2. Métodos

El presente artículo es un estudio descriptivo-cuantitativo sobre la forma cómo las herramientas web 2.0 contribuyen a las competencias genéricas de los estudiantes que se constituye en una herramienta indispensable dentro del proceso de enseñanza aprendizaje como un medio que permite un diagnóstico del nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes.

Adicionalmente, el paradigma utilizado es de tipo constructivista, donde el estudiante es visto como el eje fundamental de la enseñanza aprendizaje y no solo como un receptor de conocimientos, he ahí que, se pretende entender al uso de herramientas Web 2.0 como aquellas indispensables para el desarrollo de competencias genéricas en estudiantes de Escuelas Militares.

La población de estudio constituye un total de 2000 estudiantes pertenecientes a dos Escuelas Militares reconocidas en Ecuador, las dos Escuelas Militares en las que se hizo el estudio son: la Escuela Superior Militar de Aviación Cosme Rennella Barbatto y la Escuela Superior Naval Comandante Rafael Morán Valverde.

La muestra se la tomó de forma intencional al aplicarlo a un total de 58 alumnos de la Escuela Superior Militar de Aviación y 57 alumnos de la Escuela Superior Naval Comandante Rafael Moran Valverde , teniendo claro que, en cada escuela militar del estudio se agruparon a los estudiantes en grupos de cuatro personas, a cada grupo se asignó una herramienta web 2.0 específica, de tal manera que sea posible identificar la mejor herramienta para el desarrollo de competencias genéricas de los estudiantes.

En cuanto a la técnica de recolección de información es la encuesta con su instrumento, el cuestionario, entendiendo que este permitirá describir la percepción de cómo los estudiantes han desarrollado las competencias Web 2.0 en función a sus necesidades de aprendizaje y fomento de competencias genéricas. Para lo cual se utilizó la escala de Likert con las opciones: N (nunca), CN (Casi Nunca), AV (a veces) CS (Casi siempre) S (siempre).

El tipo de investigación es exploratorio y descriptivo. Debido a que se realizó una investigación de campo para determinar cuál de las herramientas es la que mayor notoriedad tuvo para el desarrollo de competencias genéricas, así como también se detallan las características de las Web 2.0 y también se conceptualizan las competencias genéricas.

También el diseño usado fue observacional, pues se aplicó como técnica la observación no participativa hacia los estudiantes quienes utilizaron las diversas herramientas Web 2.0 de tal manera que se palpó el grado de interés y entusiasmo que dichos estudiantes tuvieron a su aplicación.

De tal forma que se tomen en cuenta las consideraciones éticas no se darán a conocer datos personales como nombres, dirección, números telefónicos de los docentes participantes.

Por otro lado, los criterios de inclusión a seguir son:

- Inclusión de estudiantes matriculados en el periodo lectivo 2022-2023 de las dos escuelas militares del estudio.
- Estudiantes mayores de 18 años
- Estudiantes que lleven por lo menos un periodo académico en la institución

Entre los criterios de exclusión están:

- No se incluye a estudiantes que no estén debidamente matriculados en el periodo lectivo 2022-2023
- Estudiantes que sean menores de 18 años
- Estudiantes que no lleven por lo menos un periodo académico en la institución

El procesamiento de los datos se lo realizó a partir del uso del Software SPSS 2.0 donde se realizó el cálculo univariable por pregunta de la encuesta y el cálculo bivariable para identificar la relación entre dos variables predominantes que permitan hallazgos

certeros. En lo posterior a la tabulación y análisis cuantitativo se procedió al análisis e interpretación de datos.

## 3. Resultados

A continuación, se observan los resultados de la toma de la encuesta a los estudiantes de las dos escuelas militares del estudio, donde el propósito fue identificar la herramienta más efectiva para el desarrollo de competencias genéricas en los estudiantes como es el caso del pensamiento crítico, resolución de problemas, entendimiento del entorno.

En la Tabla 2 se observa la herramienta que ayudó a conectarse con los compañeros de clase de mejor forma según los estudiantes encuestados:

| | N | CN | AV | CS | S | Media | Varianza | T-student entre muestras | T-student distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blog | 0 | 4 | 5 | 12 | 14 | 7 | 34 | 0,27361825 | 2,353 |
| | 0,00% | 11,40% | 14,30% | 34,30% | 40,00% | | | | |
| Foro | 0 | 1 | 4 | 5 | 4 | 2,8 | 4,7 | | |
| | 0,00% | 7,10% | 28,60% | 35,70% | 28,60% | | | | |
| Redes Sociales | 0 | 1 | 1 | 11 | 6 | 3,8 | 21,7 | 0,95875443 | 2,353 |
| | 0,00% | 5,30% | 5,30% | 57,90% | 31,60% | | | | |
| Wiki | 0 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2,8 | 2,7 | 0,27535331 | 2,353 |
| | 0,00% | 28,60% | 28,60% | 21,40% | 21,40% | | | | |
| You Toube | 3 | 1 | 8 | 8 | 13 | 6,6 | 22,3 | 0,02199736 | 2,353 |

Tabla 2 – Herramienta que permitió conectarse con los compañeros de clase

Tal como se muestra en la Tabla 2, al comparar que herramienta permitió conectar con los compañeros de clase se tiene que, entre el blog y el foro, el foro fue la mejor herramienta considerando que la Ho Hipótesis nula se rechazó al tener un t student entre muestras calculado de 0,2761825 y un t student de valor de contraste de la distribución de 2,352.

Después se realizó la comparación entre el foro y redes sociales en donde la Ho indicaba que la herramienta que le permitió conectarse con los compañeros de clase mejor era el foro pero que al tener un t student entre muestras calculada de 0,95875443 y un valor de la distribución t de 2,015se tiene que las redes sociales son mejores para conectarse con los compañeros de clases.

Al realizar la comparación entre redes sociales y wiki se tiene que el valor calculado es menor que el valor de la distribución t por lo que se rechaza la hipótesis nula que es que las redes sociales son mejores que las wikis, siendo mejores las wikis como herramientas que permite conectarse con los compañeros de clases.

En relación entre las wikis y YouTube se tiene que la t student entre muestras calculada es 0,02199736 y un t student de valor de contraste de la distribución de 2,353, rechazando la hipótesis nula que la mejor herramienta es la wiki y aceptando la alternativa que en este caso es mejor YouTube.

| | N | CN | AV | CS | S | Media | Varianza muestral | T student entre muestras | T student distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blog | 0 | 1 | 3 | 14 | 17 | 7 | 7,90569415 | 5,309898274 | 2,015 |
| | 0,00% | 2,90% | 8,60% | 40,00% | 48,60% | 0,2002 | 0,22584995 | | |
| | 0,00% | 14,30% | 13,00% | 35,90% | 38,60% | 0,2036 | 0,164287248 | | |
| | 0,00% | 0,90% | 2,60% | 12,20% | 14,80% | 0,061 | 0,068811336 | | |
| Foro | 0 | 0 | 4 | 6 | 4 | 2,8 | 2,683281573 | 4,807428885 | 2,015 |
| | 0,00% | 0,00% | 28,60% | 42,90% | 28,60% | 0,2002 | 0,191854632 | | |
| Redes Sociales | 0 | 1 | 2 | 10 | 6 | 3,8 | 4,147288271 | 5,290929124 | 2,015 |
| | 0,00% | 5,30% | 10,50% | 52,60% | 31,60% | 0,2 | 0,218154762 | | |
| Wiki | 0 | 2 | 7 | 2 | 3 | 2,8 | 2,588435821 | 2,695670706 | 2,015 |
| | 0,00% | 14,30% | 50,00% | 14,30% | 21,40% | 0,2 | 0,184860758 | | |
| You Toube | 2 | 3 | 7 | 7 | 14 | 6,6 | 4,722287581 | | 2,015 |

Tabla 3 – Motivación en el aprendizaje según las herramientas utilizadas

En la Tabla 3 se visualiza que Al comparar si las herramientas utilizadas le permitieron mantenerse motivado hacia el desarrollo de las clases se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 5,30 y un t de la distribución de 2,015 que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

En relación a si el blog le permitió mantenerse motivado hacia el desarrollo de las clases se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de 5,6978 y un t de

la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al considerar el blog es mejor herramienta le permitió mantenerse motivado hacia el desarrollo de las clases se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de 6,03198564 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al comparar si las herramientas utilizadas le permitieron mantenerse motivado hacia el desarrollo de las clases se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 4,82009175 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog

| | N | CN | AV | CS | S | Media | Varianza muestral | T student entre muestras | T student distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blog | 0 | 2 | 6 | 17 | 10 | 8,75 | 40,91666667 | 1,695902991 | 2,015 |
| | 0 | 5,70% | 17,10% | 48,60% | 28,60% | | | | |
| Foro | 0 | 0 | 5 | 6 | 3 | 3,5 | 7 | 1,558121692 | |
| | 0 | 0,00% | 35,70% | 42,90% | 21,40% | | | | |
| Redes Sociales | 0 | 1 | 1 | 11 | 6 | 4,75 | 22,91666667 | 0,511020607 | |
| | 0 | 5,30% | 5,30% | 57,90% | 31,60% | | | | |
| Wiki | 0 | 1 | 7 | 4 | 2 | 3,5 | 7 | -0,744125326 | |
| | 0 | 7,10% | 50,00% | 28,60% | 14,30% | | | | |
| You Toube | 0 | 1 | 9 | 12 | 11 | 8,25 | 24,91666667 | | |

Tabla 4 – Herramienta utilizada frente al intercambio de ideas, información y conocimiento con otros miembros del grupo de compañeros

Según la Tabla 4, al considerar la herramienta utilizada en función al intercambio de ideas, información y conocimientos con otros miembros del grupo de estudiantes se obtuvo que Al realizar la comparación entre redes sociales y wiki se tiene que el valor calculado es menor que el valor de la distribución t por lo que se rechaza la hipótesis nula

que es que las redes sociales son mejores que las wikis, siendo mejores las wikis como herramientas que permite conectarse con los compañeros de clases.

En relación entre las wikis y YouTube se tiene que la t student entre muestras calculada es 0,02199736 y un t student de valor de contraste de la distribución de 2,353, rechazando la hipótesis nula que la mejor herramienta es la wiki y aceptando la alternativa que en este caso es mejor YouTube.

| | N | CN | AV | CS | S | Media | Varianza | T-student entre muestras | T-student distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blog | 1 | 2 | 6 | 10 | 16 | 7 | 38 | 7,52433325 | 2,015 |
| | 2,90% | 5,70% | 17,10% | 28,60% | 45,70% | 0,2 | 0,030994 | | |
| Foro | 0 | 1 | 4 | 7 | 2 | 2,8 | 7,7 | 8,761595125 | |
| | 0,00% | 7,10% | 28,60% | 50,00% | 14,30% | 0,2 | 0,0393215 | | |
| Redes Sociales | 0 | 1 | 2 | 7 | 9 | 3,8 | 15,7 | 7,42433325 | |
| | 0,00% | 5,30% | 10,50% | 36,80% | 47,40% | 0,2 | 0,0434835 | | |
| Wiki | 0 | 1 | 3 | 7 | 3 | 2,8 | 7,2 | | |
| | 0,00% | 7,10% | 21,40% | 50,00% | 21,40% | 0,1998 | 0,0367582 | | |
| You Toube | 2 | 5 | 5 | 5 | 16 | 6,6 | 29,3 | 10,46592837 | |

Tabla 5 – Herramienta utilizada frente a resultar fácil de aportar con las respuestas a los planteamientos presentados (competencia genérica en estudiantes)

En la Tabla 5, se muestra que, al comparar si resultó fácil aportar con las respuestas a los planteamientos presentados se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 5,93712319 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Con relación a si el blog resultó fácil aportar con las respuestas a los planteamientos presentados se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de 5,6978 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al considerar el blog resultó fácil aportar con las respuestas a los planteamientos presentados se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de

6,03198564 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al comparar si resultó fácil aportar con las respuestas a los planteamientos presentados se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 4,82009175 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog

| | N | CN | AV | CS | S | Media | Varianza muestral | T student entre muestras | T student distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blog | 0 | 3 | 7 | 13 | 12 | 7 | 31,5 | 6,824453298 | 2,015 |
| | 0,00% | 8,60% | 20,00% | 37,10% | 34,30% | 0,2 | 0,0256715 | | |
| Foro | 0 | 1 | 5 | 4 | 4 | 2,8 | 4,7 | 8,226043762 | |
| | 0,00% | 7,10% | 35,70% | 28,60% | 28,60% | 0,2 | 0,0240205 | | |
| Redes Sociales | 1 | 0 | 3 | 9 | 6 | 3,8 | 13,7 | | |
| | 5,30% | 0,00% | 15,80% | 47,40% | 31,60% | 0,2002 | 0,0379762 | | |
| Wiki | 0 | 1 | 7 | 4 | 2 | 2,8 | 7,7 | 7,424453298 | |
| | 0,00% | 7,10% | 50,00% | 28,60% | 14,30% | 0,2 | 0,0393215 | | |
| You Toube | 1 | 0 | 10 | 6 | 16 | 6,6 | 43,8 | 13,13049706 | |

Tabla 6 – Herramienta utilizada frente a si tuvo disponibilidad a tiempo completo de utilizar la herramienta asignada.

En la Tabla 6 se verifica que, al comparar si tuvo disponibilidad a tiempo completo de utilizar La herramienta asignado se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 5,93712319 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

En relación a si el blog tuvo disponibilidad a tiempo completo de utilizar La herramienta asignado se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de 5,6978 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al considerar el blog tuvo disponibilidad a tiempo completo de utilizar La herramienta asignado se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de

6,03198564 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al comparar si tuvo disponibilidad a tiempo completo de utilizar La herramienta asignado se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 4,82009175 y un t de la distribución de 2,015 que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

| | N | CN | AV | CS | S | Media | Varianza muestral | T student entre muestras | T student distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blog | 0 | 1 | 6 | 15 | 13 | 7 | 46,5 | 7,12184383 | 2,015 |
| | 0,00% | 2,90% | 17,10% | 42,90% | 37,10% | | | | |
| Foro | 0 | 1 | 3 | 5 | 5 | 2,8 | 5,2 | | |
| | 0,00% | 7,10% | 21,40% | 35,70% | 35,70% | | | | |
| Redes Sociales | 0 | 1 | 2 | 7 | 9 | 3,8 | 15,7 | 8,893930912 | |
| | 0,00% | 5,30% | 10,50% | 36,80% | 47,40% | | | | |
| Wiki | 0 | 0 | 6 | 5 | 3 | 2,8 | 7,7 | 7,62184383 | |
| | 0,00% | 0,00% | 42,90% | 35,70% | 21,40% | | | | |
| You Toube | 1 | 2 | 9 | 6 | 15 | 6,6 | 32,3 | 11,29577474 | |

Tabla 7 – Herramienta utilizada frente a los aportes dados por los compañeros quienes comunican adecuadamente lo que se busca transmitir

En la Tabla 7, se observa que, al comparar si los aportes dados por sus compañeros comunican adecuadamente lo que se busca transmitir se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 5,93712319 y un t de la distribución de 2,015 que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

En relación a si los aportes dados por sus compañeros comunican adecuadamente lo que se busca transmitir se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de 5,6978 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al considerar el blog contribuye los aportes dados por sus compañeros comunican adecuadamente lo que se busca transmitir se tiene que entre el blog y redes sociales la t student entre muestras de 6,03198564 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

Al comparar si los aportes dados por sus compañeros comunican adecuadamente lo que se busca transmitir se tiene que la hipótesis nula Ho: considera como mejor herramienta al blog por lo que se obtuvo un t student entre muestras de 4,82009175 y un t de la distribución de 2,015que permite aceptar la hipótesis nula determinando que la mejor herramienta es el blog.

### 3.1. Discusión de resultados

Traverso y otros (2013) manifiestan ‘’la educación no ha sido ajena a las consecuencias del impacto de la Tecnología de la Información y de la Comunicación en la sociedad actual’’ (p.6), he ahí que, se ha dado paso a la ola tecnológica en todo el mundo y de manera acelerada, sin embargo, en muchos casos como es en el Ecuador todavía se identifica la brecha tecnológica entre población rural y urbana principalmente. Sin embargo, este estudio ha permitido constatar acerca de la determinación de la mejor herramienta Web 2.0 utilizada por los estudiantes militares y la que más se acople con sus intereses y el fomento de las competencias genéricas.

En el presente documento se ha visto que la herramienta que permitió conectarse con los compañeros de clase fue el YouTube en primer lugar y la wiki en segundo lugar. Y es que esto se corrobora con lo dicho por Navarrete (2020) quien afirma que son diversos los beneficios en torno al manejo, uso y aplicación de la web 2.0, tanto en estudiantes como en docentes, siempre que atienda a las exigencias y cambios sociales y a nivel educativo. Además, en el estudio de campo realizado por Padilla (2021) menciona que, ‘’las principales herramientas digitales usadas por los estudiantes para el desarrollo de competencias digitales y destrezas propuestas por el Currículo a partir del conectivismo es el YouTube y texto digital’’ (p.72)

En cuanto a la elección de la motivación en el aprendizaje según las herramientas utilizadas se consideró como mejor herramienta al blog, de igual forma se escogió el blog en torno a la asociación entre la herramienta utilizada frente a ser fácil el aporte con las respuestas de planteamientos planteados (lo que se puede considerar como pensamiento crítico y es una competencia genérica en los estudiantes). Además, fue escogido el blog en torno al adecuado tiempo de disponibilidad del estudiante a esta herramienta u también cuando asoció la herramienta utilizada con los aportes otorgados por los compañeros quienes comunican de forma correcta lo que buscan trasmitir, resultó que la herramienta más usada y que tuvo mejor puntuación fue también el blog.

Lo anterior refleja que el blog ha sido nominado como la mejor herramienta de la Web 2.0 sobre todo para el desarrollo de competencias genéricas como es el caso del pensamiento crítico en los estudiantes, algo que por supuesto es similar a lo dicho por Jiguan (2012) quien afirma según los resultados obtenidos en su trabajo de investigación que ‘’los estudiantes que utilizan el blog como herramienta de comunicación e información presentan un rendimiento satisfactorio con un 71.92%, mientras que los estudiantes que no lo utilizan obtuvieron un rendimiento medianamente satisfactorio de 64.21%’’ (p.1)

Lo anterior evidencia la gran importancia que tiene el uso de herramientas de la Web 2.0 en el proceso de enseñanza aprendizaje, tanto para lograr interacción en la comunicación asertiva entre compañeros , así como también con la necesidad de gestionar el desarrollo de competencias genéricas como lo es el pensamiento crítico, teniendo claro que en la mayoría de dimensiones analizadas el blog ha sido el de mayor uso y calificación mayor, por lo que se la define como la mejor herramienta de la Web 2.0 para afianzar las competencias genéricas en los estudiantes.

## 4. Conclusiones

Ha sido posible definir a las Web 2.0 como herramientas digitales activas, que permiten no solo un proceso de enseñanza aprendizaje motivador, sino que además ayudan a generar una retroalimentación entre pares y entre docente-estudiantes, de tal forma que es posible incluir información en estas herramientas donde los autores y coautores del conocimiento son los usuarios, y en este caso pueden ser los mismos estudiantes.

Es importante entonces, identificar los requerimientos del siglo XXI, donde una persona debe ser competitiva para estar a la par con las transformaciones continuas de este entorno cambiante, por lo tanto, es necesario que se afiance en los estudiantes sus competencias genéricas, dentro de las cuales está la capacidad resolutiva y de toma de decisiones, así como una de las más importantes es el pensamiento crítico, algo que por supuesto permitirá al estudiante adecuarse al entorno que le rodea pero sobre todo tener la capacidad de asumir su responsabilidad como ente activo social, familiar, educativo.

En el presente estudio, se identificó que entre las principales herramientas de la Web 2.0 que se las califica de satisfactorias por los estudiantes de Institutos Militares, se encuentra el blog como prioritaria en la mayoría de aspectos como es el caso del desarrollo comunicativo, la disponibilidad del tiempo preciso que requiere el estudiante para usar la herramienta así como la capacidad del mismo para plantear ideas, pensamientos y por lo tanto el fomento de su pensamiento crítico, también se nombró al YouTube y a las wikis en aspectos como la posibilidad de interacción adecuada.

## Referencias

Baelo, R. (2009). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. Estudio descriptivo y de revisió*. León: Universidad Catedrática de León.

Bravo, N. (2007). *Competencias*. http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/hmfbcp_ut/pdfs/m1/competencias_proyectotuning.pd: CCA.

CEPAL. (2019). *Inclusión social y ciudadana en la era digital*. http://www.cepal.org/es/eventos/inclusion-social-ciudadania-la-era-digital: CEPAL.

Cruz Roja de España. (2020). *Qué es la brecha digital y cómo evitar que provoque desigualdad*.https://www2.cruzroja.es/web/ahora/brecha-digital#:~:text=La%20brecha%20digital%20hace%20referencia,g%C3%A9nero%2C%20de%20edad%20o%20culturales.

Espinosa, R., & Olvera, M. (2020).

Espinosa, R., Rodríguez, R., & Olvera, M. (2020). *El uso de las TIC, TAC, TEP para las competencias empresariales y comunicativas de los estudiantes universitarios*. https://www.eumed.net/rev/tecsistecatl/n21/tic-tac-tep.html#:~:text=Las%20tecnolog%C3%ADas%20de%20informaci%C3%B3n%20y,competencias%20que%20les%20permitan%20resolver: Eumed.net.: EUMED.

Fundación Telefónica. (2022). *Qué son las (tecnologías) TIC, TAC y TEP en la educación*. https://www.fundaciontelefonica.com/noticias/que-son-las-tecnologias-tic-tac-y-tep-en-la-educacion/: Fundación Telefónica.

Gómez, A., Alvarado, R., Martínez, M., & Díaz, C. (2018). *La brecha digital: una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio en México*. https://www.redalyc.org/journal/4576/457654930005/457654930005.pdf: ISSN: 2007-8064.

Gómez, B., Valencia, G., Barrionuevo, O., Dueñas, D. (2018). Use of Web 2.0 Tools for Collaborative Learning in Aspiring Officers of the Ecuadorian Navy. In: Rocha, Á., Guarda, T. (eds) Developments and Advances in Defense and Security. MICRADS 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 94. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78605-6_27

González, V., & González, R. (2008). *Competencias genéricas y formación profesional: un análisis desde la docencia universitaria*. https://doi.org/10.35362/rie470710: Revista Iberoamericana de Educación 47 (185-209).

Internet Society. (2015). *Informe de políticas: Internet y los Derechos Humano*. https://www.internetsociety.org/es/policybriefs/humanrights/#:~:text=Internet%20es%20un%20potente%20facilitador,e%20innovaci%C3%B3n%20no%20tienen%20precedentes.

López, J. C. (2015). *La Integración de las TIC en Ciencias Naturales*. http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/Editorial19.

Maritza, V. V., & Dario, R. R. (2019). Una revisión bibliográfica de estudios empíricos de herramientas de la Web 2.0 para el aprendizaje colaborativo: wikis, blogs, redes sociales y repositorios multimedia. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 497-516.

Martínez, F. (2010). *Herramientas de la Web 2.0 para el aprendizaje 2.0*. https://www.redalyc.org/pdf/1701/170121969008.pdf.

Nicoletti, J. (2008). *Fundamento y construcción del acto educativo*. Universidad Nacional de la Matanza.

O'reilly, T. (2005). *What Is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software*.

Padilla, D. (2021). *Herramientas digitales educativas en el aprendizaje de Ciencias Naturales para Estudiantes de Séptimo de Básica B de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán, año lectivo 2020-2021*. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21556/1/UPS-CT009478.pdf: Universidad Politécnica Salesiana.

Pérez, G. (2015). *La Web 2.0 y la sociedad de la información*. https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcps/v56n212/v56n212a4.pdf.

Pimienta, J. (2008). *Evaluación de los aprendizajes*. México: Pearson.

Plan Nacional de Desarrollo Toda Una Vida. (2017-2020). *Plan Nacional de Desarrollo Toda Una Vida*. Quito.

Traverso, H., Prato, L., Villoria, L., Gómez, G., Priegue, C., & Caivano, R. (2013). *Herramientas de la Web 2.0 aplicadas a la educación* . http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27532/Documento_completo.pdf?sequence=1: Universida Nacional de Villa María.

Vivas, G. M. ( 2020). Web tools 2.0 and its influence on academic performance in collaborative learning environments: an empirical study. *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* , 1-4. DOI: 10.23919/CISTI49556.2020.9141113

Yañez, L. (2020). *Competencias genéricas en la educación universitaria: una propuesta didáctica*. http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/248/2481629002/html/#:~:text=Las%20competencias%20gen%C3%A9ricas%20son%20aquel,una%20situaci%C3%B3n%20determinada%2C%20no%20obstante%2C: Revista Educación las Américas.

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

Recebido/Submission: 10/05/2023
Aceitação/Acceptance: 20/07/2023

# O compartilhamento de dados e o uso dual do Sistema Integrado de Fronteiras do Exército Brasileiro

Cileno de Magalhães Ribeiro[1], Robson de Oliveira Albuquerque[1], Fabiana Freitas Mendes[1], Rafael Rabelo Nunes[1,2]

**cilenomag@gmail.com; robson@redes.unb.br; fabianamendes@unb.br; rafaelrabelo@unb.br**

[1] Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Elétrica – PPEE - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Brasília, Brasil - Zipcode 70910-900.

[2] Centro Universitário UniAtenas, Paracatu-MG, Brasil – Zipcode 38602-108 .

**Pages: 130-142**

**Resumo:** A fiscalização e controle dos crimes transnacionais que ocorrem nas fronteiras brasileiras representam um desafio para a segurança pública. No Brasil, esse espaço contabiliza 16.885 quilômetros de extensão, dez países, e necessita constante vigilância e monitoramento. O objetivo deste trabalho é apresentar desafios e oportunidades no emprego do Sisfron, visando potencializar inovações tecnológicas de uso dual e aumentar o compartilhamento de informações entre forças armadas, segurança pública e empresas privadas. Realizou-se pesquisa bibliográfica e documental por meio de fontes abertas e em documentos do exército brasileiro. O estudo evidenciou que a utilização de tecnologias de duplo emprego e o compartilhamento de dados fomentam novas tecnologias de defesa, com fins comercial. A principal contribuição do trabalho está em fomentar o aumento e tratamento dos dados do Sisfron, por meio de novas tecnologias disruptivas, potencializando a indústria de defesa brasileira e a segurança integrada do entorno estratégico brasileiro.

**Palavras-chave:** dupla utilização, integração, inovação.

## *Data sharing and dual use of the Brazilian Army's Integrated Border System*

***Abstract:*** The fiscalization and control of transnational crimes that occur on Brazilian borders represent a challenge to public security. In Brazil, this space is 16,885 kilometers long, ten countries, and requires constant surveillance and monitoring. The objective of this work is to present challenges and opportunities in the use of Sisfron, with a view to potentiating technological innovations for dual use and to increase the sharing of information among the armed forces, public security, and private companies. A bibliographic and documentary research was carried out by means of open sources and Brazilian Army documents. The study evidenced that the use of dual-use technologies and data sharing foster new defense technologies for commercial purposes. The main contribution of this study is to promote the

increase and treatment of Sisfron data, through new disruptive technologies, enhancing the Brazilian defense industry and the integrated security of the Brazilian strategic environment.

***Keywords:*** dual use, integration, innovation.

## 1. Introdução

O Brasil possui grande extensão em dimensão continental territorialmente, tendo aproximadamente 16,886 km de fronteira. Essa fronteira está distribuída em onze estados brasileiros, a saber: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Roraima e Santa Catarina realizando fronteira com Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Venezuela e Uruguai. Essa grande extensão da fronteira é um desafio para a defesa e segurança contra crimes transnacionais.

Nesse contexto, possui uma área aproximada de 8.5 milhões de km² é o 5º maior país do mundo em extensão territorial, dispondo de cerca de 24,5 mil km de fronteiras, sendo 7,5 mil km marítimos e 17 mil km terrestres (Brasil, 2012), com uma população estimada em 2021 de 213.317.639 pessoas (Brasil, 2021).

Nessa extensa fronteira, o Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteira (Sisfron) foi pensado como um projeto estratégico do Exército brasileiro com a finalidade de aumentar as capacidades da Força Terrestre na presença e vigilância nas fronteiras. O Sisfron possui os seguintes alcances: iniciando pelo limite oeste do território nacional, pretende atingir toda sua extensão. O projeto se iniciou em 2012 com as seguintes premissas: sensoriamento da área, apoio à tomada de decisão e o apoio à atuação com o requisito de que seus dados atendam para coordenação interagências. O custo estimado em 2014 do projeto era de R$ 11,992 bilhões, sendo que 49,46% desse valor seria destinado ao sensoriamento e ao apoio na tomada de decisão, 25,52% para o apoio à atuação e por fim 25,02% para as obras de infraestruturas (Coredn, 2014).

Para Alves (2019), o termo uso de dupla utilização ou uso dual abrange equipamentos de capital, software, conhecimentos científico e técnico, habilidades, pesquisa e processos de produção, projetos, técnicas e princípios de gerenciamento e produtos resultantes desenvolvidos para resolver problemas técnicos que possuam aplicações militares ou civis atuais ou potenciais.

O estudo sobre o compartilhamento de dados e o uso dual no Sisfron, desenvolve capacidade de pesquisa, tecnologia e inovação, pois utiliza novos materiais de defesa que são produzidos por parcerias público-privadas, permitindo que essas inovações fomentem seu uso tanto na segurança pública, quanto em empresas privadas e afins.

Nesse contexto, o desenvolvimento de competências pessoais para as empresas público-privadas é um fator chave para garantir o sucesso contínuo das organizações. Segundo Spada & Forte (2018), as instituições públicas e privadas brasileiras têm buscado estimular e investir na educação profissional, qualificação dos funcionários e parcerias institucionais para se adequar ao avanço tecnológico atual. As novas tecnologias podem causar o aparecimento de conhecimentos disruptivos, evidenciando a importância da

apreciação dos cenários prospectivos para universidades corporativas no Brasil nos próximos 13 anos (2017-2030) (Spada & Forte, 2018).

Após a aquisição de novas capacidades, acredita-se que uma disponibilização adequada de dados e produtos de defesa, optando-se por escalonamento de dados e tecnologias de dupla utilização podem potencializar o emprego tanto em empresas público-privadas, como na segurança pública e em áreas de afins. Tal abordagem se justifica na faixa de fronteira, pois exige uma atenção especial do Estado Brasileiro. O Sisfron utiliza variados recursos tecnológicos e produz uma grande quantidade de dados, possui planejamento de recursos anuais e investimentos frequentes. O sistema se destina, entre outras finalidades, a avaliar, reajustar e refinar as definições preliminares do Sistema, possibilitando sua implementação de forma mais efetiva e adequada (Souza, 2020).

Diante disso, a relevância do estudo em apresentar desafios e oportunidades no emprego do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (Sisfron), evidencia-se por proporcionar ao Exército Brasileiro os meios necessários para que seja exercido o monitoramento, controle contínuo e permanente de áreas de interesse do Território Nacional, particularmente da faixa de fronteira terrestre brasileira (Souza, 2020).

Nesse contexto, gradativamente estão sendo disponibilizados dados obtidos por sensores que utilizam tecnologias variadas, visando ao assessoramento em decisões, o que potencializa a utilização desses dados também por outros órgãos e fomenta o desenvolvimento de novas tecnologias de processamento de duplo emprego que atendam tanto ao Sisfron quanto a usos similares, fomentando parcerias na segurança pública e privadas, promovendo maior segurança e bem-estar para a sociedade brasileira (Andrade, 2019)

Merece destaque a possibilidade de disponibilizar informações e dados para o Sistema de Inteligência Brasileiro que pode integrá-los ao sistema de comunicação e análise atual, visando a assessorar os processos decisórios do Chefe do Executivo (Ribeiro, Nunes & Oliveira, 2022). Dessa forma, o objetivo deste estudo é apresentar os desafios e oportunidades no emprego do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (Sisfron), potencializando a utilização das ferramentas tecnológicas e dados colhidos, para as forças armadas, para a segurança pública e para empresas privadas credenciadas, fortalecendo a cadeia produtiva internamente.

O artigo está organizado da seguinte maneira: além da introdução, a seção 2 trata de referencial teórico onde serão discorridos sobre o conceito de Sisfron, suas parcerias público-privadas, os desafios e oportunidades da integração do sistema, o emprego de tecnologias dual e trabalhos relacionados . Em seguida, na seção 3, apresenta-se o detalhamento da metodologia utilizada no trabalho. A seção 4 apresenta os discussões; e por fim, apresenta-se a conclusão na seção 5.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. O Sistema Integrado de Fronteiras

O Sisfron é um sistema integrado de sensoriamento, de apoio à decisão e de emprego operacional cujo propósito é fortalecer a presença e capacidade de ação do Estado na

faixa de fronteira brasileira (Oliveira et al., 2022), conforme a Figura 1. Sua concepção foi idealizada pelo Comando do Exército, de acordo com a Estratégia Nacional de Defesa, em 2008, que orienta a organização das Forças Armadas com capacidades de monitoramento/controle, mobilidade e presença.




Figura 1 – Concepção do Sisfron. Fonte: os Autores.

O sistema enfatiza o adensamento de órgãos militares nas fronteiras e potencializa a indústria nacional, visando a alcançar tecnologias indispensáveis à defesa (Oliveira et al., 2022). A Figura 1 demonstra um esquemático da concepção do Sisfron, demonstrando formas de sensoriamento, apoio à decisão, apoio à operação e obras, e a coordenação interagências.

Dessa forma, pretende-se conhecer o Sistema Integrado de Fronteiras e sua integração com parcerias público-privadas no âmbito do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (Epex, 2023). Em seguida, apresentar os desafios e oportunidades na integração do Sisfron com a segurança pública e empresas privadas para compartilhamento e processamento de dados, verificando também as possibilidades de desenvolver tecnologias de dupla utilização nas demandas de expansão do Sisfron.

### 2.2. O Emprego de Tecnologias Dual no Sisfron

A Guerra Fria levou ao surgimento de sistemas de inovação e desenvolvimento (I&D) dedicados exclusivamente ao setor militar, com especificações técnicas e requisitos operacionais sobre o setor militar, com especificações técnicas e requisitos operacionais

sobre os quais as grandes corporações militares trabalharam num ambiente fechado. (Andrade, 2019)

Diante disso, esses sistemas foram um catalisador indiscutível para a I&D, colocando o setor da defesa na vanguarda da tecnologia inovação tecnológica, o que levou à transferência de tecnologia principalmente da esfera militar para a esfera civil, como foi o caso da própria Internet, radar, microondas, sonar, GPS, energia nuclear, fibra óptica (Leite, 2018).

Essa tendência tecnológica foi invertida a partir dos anos 90 com a queda do investimento em I&D na defesa e os grandes desenvolvimentos civis e os principais desenvolvimentos civis relacionados com as tecnologias de informação e comunicação (Andrade, 2019).

Desde então, a tecnologia tem sido exportada em grande escala para a esfera militar, como no caso do campo militar, tais como tecnologias informáticas e microprocessadores (Alves, 2019)

Assim, neste século, o conceito de tecnologias de dupla utilização se refere às tecnologias que podem produzir aplicações tanto no domínio civil como militar, ampliando a necessidade de uma base tecnológica no domínio civil como pré-requisito para uma poderosa indústria de defesa (Alves, 2019).

Este apoio do setor da defesa para a base tecnológica e científica e a base científica na esfera civil promoveu uma abertura da indústria da Defesa, fomentando a transferência contínua de conhecimentos e tecnologias entre as duas esferas (Leske 2013).

Os EUA já dispõe de tecnologias de uso dual implementadas pelo Pentágono no uso dual pela Marinha (Navy), pelo Exército (Army) e pela Força Aérea (USAF), que permitiram: automatizar tarefas logísticas em bases inteligentes e economizar recursos. Além de possibilitar a interoperabilidade entre as forças armadas (Wong et al., 2022).

Atualmente, as diferenças entre as aplicações civis e militares são cada vez mais confusas e, na maioria dos casos, variáveis num pequeno conjunto de especificações particulares. Assim, Caviggioli et al. (2022) estabelecem, num estudo sobre patentes registradas, que quanto mais vasto for o emprego tecnológico das novas tecnologias, seu uso será amplificado e mais abrangente, tendo maior probabilidade de utilização civil e redistribuição em vários setores, pois entra no âmbito comercial das aplicações civis. Vale destacar que a utilização civil ou militar não está estritamente definida nas patentes, o que reforça o estudo de que os produtos precisam permear tanto as áreas militares, como civis, pois adquirem maior performance de uso nas cadeias produtivas de ambos setores.

### 2.3. Aspectos relevantes do Sisfron

É importante começar falando sobre as fontes de informação que o Sisfron pode proporcionar e quão relevantes elas são para o Sistema de Inteligência Brasileiro (Sisbin) e para a Secretaria Nacional de Segurança Pública (Senasp). Essas fontes de informação, são dados não processados colhidos em exercícios táticos, denominadas “Operações”, como a Operação Sentinela e a Operação Fronteiras Sul, inclusas no projeto Policiamento Especializado de Fronteiras e no Grupo Especial de Fronteiras

(GEFRON) ambos com o objetivo de atuar contra delitos fronteiriços (Lopes, 2022). Dessa forma, as informações necessitam de tratamento por pessoal e ferramentas de análise que possibiltem a produção de conhecimentos.

Nesse contexto, a intenção seria aproveitar os meios instalados do Sisfron enquanto provedor de informações concernentes às áreas de alto risco e empregar em proveito da investigação em crimes na faixa de fronteiras. Os exercícios táticos já existem e são coordenados pelo Ministério da Justiça, contando com a participação integrada da Polícia Federal, da Polícia Rodoviária Federal, da Força Nacional de Segurança Pública, da Senasp, da SRF, do Ibama e das polícias civil e militar dos estados envolvidos (Bufolo, 2014). Portanto, os meios instalados poderiam ser vocacionados para análise da situação atual, bem como para o planejamento de novas atividades integradas.

Outro aspecto relevante do Sisfron seria a potencialização da indústria de defesa, visando atender a necessidades de produtos tecnológicos para suprir demandas das políticas de defesa nacional e de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Isso ocorre principalmente devido à "busca por autonomia" por parte da defesa, ou seja, o esforço de desenvolver tecnologias, sistemas e produtos de defesa - com múltiplas aplicações - de forma endógena, sem dependência de tecnologia estrangeira (Andrade, 2019)(Leite, 2018).

Nesse contexto, o desenvolvimento e a realização de programas em "startup", ou seja, empresas com um modelo de negócios escalável, repetível e com ideia inovadora que promova uma solução, seja com um produto ou um serviço que resolva um problema. Tal oportunidades de inovação e absorção tecnológica fomentariam a ligação de empresas nacionais ao segmento de defesa, aliado a isso, esses materiais podem ser obtidos por parcerias estratégicas com outros países, com cláusulas de repasses tecnológicos. Desta forma, prospectaria um cenário promissor para a consolidação e o desenvolvimento futuro da indústria de defesa no Brasil (Andrade, 2019, p. 27).

Vale ressaltar que o momento vivenciado na época de crise econômica e ajustes fiscais impuseram sérios desafios a esses progressos, gerando, também, o risco de que tais capacidades tecnológicas elaboradas internamente se percam para o estrangeiro, com a chamada "desnacionalização", ressaltada por Andrade (2019). Diante disso, tais fatos implicam não somente na perda de tais capacidades intelectuais e investimentos aportados na sua realização, cabendo ao Governo promover a retenção, atração e motivação de profissionais da área de tecnológica.

## 2.4. Desafios e oportunidades na integração do Sisfron

A grande extensão da região de fronteiras e as características regionais já apresentandas durante o trabalho, leva aos desafios atuais para a integração do Sisfron. Dentre eles figuram a deficiência de infraestrutura de comunicação na região de fronteiras, a precariedade da rede de transporte, a vulnerabilidade social, e a ausência parcial do estado nas áreas com baixa densidade demográfica que reflete em corrupção (Lopes, 2022).

Soma-se a isso o tráfico de drogas, o intenso fluxo ilegal de imigrantes e os crimes ambientais, conflitos rurais envolvendo posse de terras ilegais. Tudo isso justifica a necessidade de atuação integrada por parte do governo brasileiro (Lopes, 2022).

Por outro lado, destacam-se como oportunidades de integração, a evolução técnologica e as novas possibilidade de criação de novas capacidades; onde a interoperabilidade interagências e o emprego dual com órgãos públicos e privados na produção de novas tecnologias, desenvolve a maior junção de esforços de pesquisa, desenvolvimento e crescimento/obtenção de escala na produção de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (Souza, 2018), observado na Figura 2.

Além disso, destacam-se como oportunidades no compartilhamento de dados provenientes de fontes eletromagnéticas e dados de sistemas de geoinformação e a integração de sistemas de apoio à decisão, com possibilidade de desenvolvimento de Sistema de Logística Integrada Conjunto (Souza, 2020).

No que tange à instrução, também podem ser desencadeadas atividades conjuntas de Capacitação e de Simulação, permitindo o desenvolvimento da doutrina, adestramento, ensino e infraestrutura conjunta, com operação conjunta de Centros de Comando e Controle fixos e móveis. Vale reforçar o surgimento das universidades corporativas, favorecendo o incremento intelectual tecnológico nacional. Existem ainda, as oportunidades de integração do emprego de capacidades de radares (vigilância terrestre, antiaéreos), emprego das capacidades do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), emprego de capacidades de equipamentos e sistemas óticos e optrônicos (Oliveira, 2022).




Figura 2 – Possibilidades de integração. Fonte: os Autores.

Com relação ao compartilhamento de meios, a integração de equipamentos e sistemas de comunicações táticas, infraestrutura de comunicações (torres, canais de

comunicações, equipamentos e sistemas), dados de Comando e Controle (C2), Sistema de Radiocomunicação Digital Troncalizado (SRDT), fontes de energias, Suporte a Sistemas de Tecnologia de Informação e Comunicações e o Programa Estratégico De Sistemas Espaciais (PESE).

Outrossim, as extensas fronteiras entre Brasil, Bolívia e Peru com vastos campos abertos proporcionam um facilitador para o desenvolvimento do tráfego aéreo ilegal, responsável pelo tráfico de drogas e armas, que possuem o destino final para a Europa e os Estados Unidos. Também se destacam os conflitos sociais na Bolívia que fomentam uma imigração maciça para o território brasileiro e, subsequentemente, ocasionam o surgimento de assentamentos ilegais (Raza, 2014).

## 3. Metodologia

O presente trabalho representa uma pesquisa aplicada com objetivos exploratórios que teve como principal característica a busca por informações visando o entendimento de uma problemática, utilizando-se de investigações dentro do contexto do sistema técnologico do Sisfron (Vergara, 2006). Quanto à forma, trata-se de um trabalho qualitativo, uma vez que se valeu da análise de documental como um dos principais métodos adotados (Prodanov, 2013). Foram consultados um total de 40 documentos entre artigos, monografias, dissertações de mestrado, documentos ostensivos do Exército Brasileiro e relatórios do Escritório de Projetos do Exército entre o período de novembro de 2021 a fevereiro de 2023. Dessa forma, os resultados obtidos tiveram como fonte dados secundários, já que a pesquisa está correlacionada a fontes diversas (Marconi, 2003).

Os principais achados dessas fontes bibliográficas foram descritos na seção de resultados. Assim, permitiu-se o confrontamento de ideias, favorecendo o surgimento de novos desafios e oportunidades de melhoria no emprego otimizado do sistema de monitoramento.

## 4. Resultados

O Sisfron é um importante projeto estratégico do EB, pois realiza a integração de dados de inteligência processados nos três níveis decisórios brasileiros: Estratégico, Operacional e Tático (de Oliveira et al., 2022). Esse sistema integrado voltado a coleta de dados, possibilita o escalonamento desses dados e expõe necessidades de softwares para realização dessa integração e para o processamento dos dados colhidos, potencializando subsequentes análises, fortalecendo o emprego de tecnologias de dupla utilização, comumente conhecidas por emprego dual.

A importância da segurança de uma fronteira terrestre muito extensa como a do Brasil, destacando a vigilância e o monitoramento dessa região como desafio para o estado brasileiro. Além disso, apresenta o Sisfron, o maior sistema do gênero no mundo, em processo de implantação (Andrade et al., 2019). Em Andrade et al (2019) foi analisado o Sisfron quanto à sua viabilidade, eficácia e importância conjuntural, considerando os benefícios que se propõe a gerar, principalmente nas áreas de política, economia, tecnologia, meio ambiente, sociedade civil, defesa nacional e segurança.

Souza et al. (2020) apresentaram especificidades sobre o Sisfron, aprofundando as peculiaridades da fronteira oeste brasileira, suas generalidades e seus subsistemas. Enquanto que Pereira (2018) abordou a implantação do Projeto Piloto na área do Centro-Oeste, no CMO, especificamente na 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada (4ª Bda C Mec), enfatizando os subsistemas componentes do projeto piloto, com foco nos subsistemas de Sensoriamento, de Apoio à Decisão, de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) e de Operadores.

Nascimento (2020) apresentou um estudo sobre o uso de Business Intelligence (BI) e Data Analytics nos sistemas de vigilância de imagens e sistemas de medidas de apoio eletrônico para apoio ao monitoramento do Sistema de Monitoramento de Fronteira. A pesquisa deixou como contribuição a complexibilidade de se estabelecer um sistema de monitoramento nas fronteiras brasileiras e ainda apresentou o avanço tecnológico na área de tecnologia da informação das últimas décadas, tais como BI, *Big Data* e *Data Analystics* e como podem contribuir para aumentar a eficiência do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras.

Rodriguez (2020) se ateve aos relacionamentos interorganizacionais do Sisfron e a gestão com as partes interessadas, de modo a debater, analisar possíveis desafios e fatores condicionantes, sob a ótica de militares e profissionais de agências interessadas. Com isso, mostraram-se algumas oportunidades de melhoria no que tange à gestão de partes interessadas, principalmente melhorias que facilitem a extensão dos impactos, habilidades de gerenciamento, o modo de comunicação ou decisão com interessados, habilidades interpessoais (liderança, desenvolvimento da equipe, motivação, influência), concluindo que a área de gestão de partes interessadas pode ganhar maior relevância, para que exista um modelo de governança aplicável em suas diversas fases, e que seja mais adequado para a gestão de natureza integradora.

Ferreira (2020) desenvolveu um estudo analisando a contribuição do Programa Sisfron, na fase inicial de implantação do Projeto Piloto na 4ª Bda C Mec, para a capacitação tecnológica e maior autonomia da Base Industrial de Defesa no Brasil (BID). No trabalho foram observados os Acordos de Compensação Comercial *Offset* no viés de capacitação tecnológica para o setor de defesa nacional, demonstrando os benefícios trazidos pelo Sisfron para fomento da Base Industrial de Defesa. Além das discussões da pesquisa sinalizarem que o Programa Sisfron trouxe benefícios industriais e tecnológicos, de alto valor agregado, e também capacitou os recursos humanos das empresas nacionais AEL Sistemas, da Savis Tecnologia e da Embraer S/A, ambas integrantes da BID em consonância com o estabelecido na Estratégia Nacional de Defesa/2016.

Lopes (2022) destacou contínuo avanço do narcotráfico transnacional sobre as áreas estratégicas do continente americano para a produção, transporte, distribuição e exportação de entorpecentes. Destacou a necessidade de que as autoridades estatais empenharem maior atenção a essa problemática contemporânea, o que fortalece a atuação do Sisfron, como um contraponto às práticas criminosas de grupos organizados no arco-central da fronteira do país. O autor concluiu que a chegada do sistema de monitoramento (ainda que parcial) melhorou a atuação securitária do país nas suas zonas fronteiriças, respaldando a metodologia apresentada na solução da problemática estudada.

Em consonância com as ideias já estudadas, Oliveira et al. (2022) relatou que o Sisfron mantém o sensoriamento das áreas de interesse na fronteira terrestre brasileira desde 2010, fornecendo dados de inteligência para autoridades civis e militares nos níveis Estratégico e Operacional. Também destaca seu emprego eficiente no nível tático em operações coordenadas nas Forças Armadas e nas agências governamentais, com ênfase no conjunto de Operações Ágata de combate aos ilícitos fronteiriços.

Nesse intuito, esses conceitos e discussões das pesquisas analisadas e interpretadas serão a base para a construção do conhecimento desejado, com ênfase nas oportunidades de melhoria e desafios do Sisfron, fomentando maior utilização dos dados disponíveis e o uso de tecnologias de emprego dual que expandam a base industrial de defesa brasileira.

## 5. Conclusões

Neste momento é oportuno reforçar que o objetivo do trabalho foi apresentar desafios e oportunidades no emprego do Sisfron, potencializando a utilização das ferramentas tecnológicas e dados colhidos, tanto para as forças armadas, quanto para a segurança pública e empresas privadas credenciadas.

O Sisfron é um importante projeto estratégico do Exército brasileiro para aprimorar sua segurança fronteiriça, com direcionamentos concretos ante os problemas enfrentados nos limítrofes com outros países, possibilidades de desenvolvimento conjunto e cooperação internacional.

Trata-se de um programa de Estado, concebido e implantado pelo Exército Brasileiro, que responde aos desafios impostos pela conjuntura atual e permite pronta resposta, destacando-se seu emprego dual, com aplicações tanto na defesa nacional como na segurança pública.

Enquanto no campo político-estratégico o Sisfron se mostra imprescindível ao Estado e à sociedade brasileira, no campo operacional (de implantação do projeto e de gerenciamento de riscos) existem limitações que podem afetar os eventuais benefícios previstos no longo prazo.

A questão da otimização de recursos necessita ser mitigada, em virtude dos altos custos de desenvolvimento, implantação e operação trazem ao funcionamento do sistema. Dessa forma, o uso eficiente dos produtos técnológicos e dos insumos (dados colhidos) deve ter capacidade de análise, devendo ter ampla utilização no meio militar e civil. Por tudo isso, a despeito das deficiências e limitações do programa, o Sisfron deve ser não somente mantido pelo Estado, como, também, ampliado, para setores de segurança privada, gerando maior apelo comercial.

Nesse contexto, verifica-se que o sistema tem potencial para utilização de equipamentos, dados e componentes tantos para munir os sistemas de segurança pública e privada, quanto para aquecer a base industrial de Defesa brasileira.

Como propostas de aprofundamento em pesquisa, seguem importantes aspectos observados nesse trabalho: 1) Os acordos de cooperação offset, promovendo desenvolvimento intelectual e fomentando a Base Industrial de Defesa (BID); 2) O

aumento de tecnologias de alto valor agregado que provocaram um caráter disruptivo na capacitação de recursos humanos das empresas nacionais AEL Sistemas, da Savis Tecnologia e da Embraer S/A, dentre outras da BID; 3) A melhoria da securitização no arco-central fronteiriço do país, nas áreas que o Sisfron já está implementado; 4) A ligação estreita entre o planejamento de implementação do Sisfron e a BID como atores principais na aquisição de equipamentos e módulos telemáticos que sejam de duplo emprego, porém destinando o grau de segurança de acordo com sua utilização; 5) Expansão de integração entre órgãos federais e sistemas, como IBAMA, PRF, PF, Senasp e Sisbin; e 6) Otimizar o modelo de governança de Defesa, gerando maior transparência e prestação de contas.

Por fim, o estudo demonstrou que o Sisfron está fortalecendo a Base Industrial de Defesa, elevando a capacidade intelectual, o desenvolvimento de softwares e tecnologias de uso militar e civil (dual), o que pode vir a potencializar o comércio tecnológico internamente e externamente, fortalecendo a indústria nacional em prol da Defesa e da Segurança Pública e possibiltando um aumento na segurança transnacional do entorno estratégico brasileiro.

## Referências

Andrade, I. de O., da Silva Cortinhas, J., Soares, M. A., & Franco, L. G. A. (2019). *Sistema integrado de monitoramento de fronteiras em perspectiva*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Alves, G. P. (2019). *Patentes militares de uso dual: estudo do caso brasileiro*. [Dissertação de Mestrado em Ciências Econômicas, Universidade de Brasília]. https://repositorio.unb.br/handle/10482/35201

Brasil (2012) Política Nacional de Defesa, aprovada pelo Decreto Legislativo Nº 179, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/2012/mes07/pnd.pdf

Brasil (2021) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, de 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/acesso-informacao/atos-normativos.html

Bufolo, R. (2014). O Sisfron e o papel do Exército nas operações em ambiente interagências. Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.

Caviggioli, F., Colombelli, A., De Marco, A., Scellato, G., & Ughetto, E. (2023). Padrões de coevolução de patenteamento universitário e especialização tecnológica em regiões europeias. The Journal of Technology Transfer , 48 (1), 216-239.

Caviggioli, F., de Marco, A., Gkotsis, P., Scellato, G., & Vezzani, A. (2022). Dual use inventions: identifcation and characterization using patent data. *Economics of Innovation and New Technology*. https://doi.org/10.1080/10438599.2022.2026221

Coredn, Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional. SISFRON: Brasília:[s.p.],2014 .Color. Disponível em: http://bit.ly/42hWg0B. Acesso em: 03 mai. 2023.

Epex, Escritório de Projetos do Exército, 2023. Disponível em: http://www.epex.eb.mil.br/index.php/Sisfron. Acesso em: 01 mai. 2023.

Ferreira, É. D. S. (2020). *O programa estratégico do Exército Brasileiro" Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras" e a aquisição de novas tecnologias*. [Monografia de Especialização em Altos Estudos de Defesa, Escola Superior de Guerra]. https://repositorio.esg.br/handle/123456789/950

Leite, A. P. (2018). O Projeto Piloto do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (2012-2016). [Dissertação de Mestrado em Estudos Estratégicos da Defesa e Segurança, Universidade Federal Fluminense]. http://bit.ly/3BbycRs

Leske, A. D. C. (2013). Inovação e políticas na indústria de defesa brasileira. *Universidade Federal do Rio de Janeiro*.

Lopes, L. D. O. (2022). A atuação brasileira contra o narcotráfico transnacional no arco central da fronteira: uma análise do sistema integrado de monitoramento de fronteiras (SISFRON). [Monografia de Especialização em Relações Internacionais, Universidade Federal do Tocantins]. http://bit.ly/3MbFTwY

Melo, C. R. M. D. (2017). Sistema de monitoramento de fronteiras (SISFRON): uma importante ferramenta de apoio à defesa nacional. [Artigo de conclusão de Curso, Uninter]. http://bit.ly/3pns8CG

Nascimento, J. C. P. (2020). *O impacto das novas tecnologias no programa Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON)*. [Monografia de Especialização em Gestão Pública, Escola de Formação Complementar do Exército]. http://bit.ly/3HUusHx

Oliveira, R. C. F., Nze, G. D. A., & Dias, U. S. (2022). Emprego dual-civil e militar-do 5G na defesa brasileira: uma proposta para o SISFRON, sob domínio do Exército. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E49), 599-615.

Ortiz Paixão, R. ., Rodrigues de Souza , A. ., & da Silva Andrade, M. H. (2022). Sistema Integrado de Monitoramentod e Fronteira – Sisfrom e os desdobramentos nos territórios do Corumbá e Ponta-Porã-MS. *GEOFRONTER*, 8. http://bit.ly/42CGDRd

Pereira, A. C. A. (2018). A implantação da 3ª Bateria de Artilharia Antiaérea na 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada e sua integração ao projeto piloto do sistema integrado de monitoramento de fronteiras: uma proposta de emprego nas operações de busca aérea na faixa de fronteira. [Dissertação de Mestrado em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Militares]. http://bit.ly/3HTZPSu

Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. D. (2013). "Metodologia do trabalho científco: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico", 2ª Edição. [S.l.]: Editora Feevale.

Raza, S. Proposição de um sistema de segurança de fronteiras brasileiras: um esforço para transformar desenho em força. In R. M. Nasser, & R. F. de Moraes (Cords.). *O Brasil e a Segurança no seu Entorno Estratégico: América do Sul e Atlântico Sul*, (pp. 59-86). Ipea.

Ribeiro, C. D. M., Nunes, R. R., & De Oliveira, R. (2022). Um diagnóstico sobre o processo de comunicação sigilosa entre os órgãos do Sistema Brasileiro de Inteligência. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E49), 169-183. https://doi.org/10.5281/zenodo.7916465

Rodriguez, P. A. L. (2020). *As relações interorganizacionais em programas públicos: um estudo de caso no programa sistema integrado de monitoramento de fronteiras–SISFRON*. [Dissertação de Mestrado em Administração Pública, Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa]. https://repositorio.idp.edu.br/handle/123456789/2758

Spada, E., & Forte, S. H. A. C. (2018). Cenários Prospectivos das Universidades Corporativas no Brasil - 2030. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 10(2), 188-213. https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2018.v10i2.368

Souza, M. L. D. (2018). As capacidades de comando e controle em operações interagências no contexto das novas alianças. [Dissertação de Mestrado em Ciências Militares, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército]. https://bit.ly/42hxFcq

Souza, A. F. N. (2020). *As capacidades geradas pela implantação do Projeto Piloto do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON) na fronteira oeste brasileira*. [Monografia de Especialização em Ciências Militares, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército – Escola Marechal Castello Branco]. http://bit.ly/42lmIXe

Vergara, S. C., (2006). "Projetos e relatórios de pesquisa". São Paulo: Atlas.

Wong, J. P., Younossi, O., Kistler LaCoste, C., Anton, P. S., Vick, A. J., Weichenberg, G., & Whitmore, T. C. (2022). *Improving Defense Acquisition Insights from Three Decades of RAND Research*. [Research Report, RAND CORP SANTA MONICA CA]. Disponível em: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1172206.pdf. Acesso em 09 mai 2023.

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

Recebido/Submission: 11/06/2023
Aceitação/Acceptance: 08/08/2023

# Nuevas Formas De Poder Espacial: Entre La Tradicional Militarización Y Nuevos Actores

Paula Alejandra Prieto Ararat[1], Zully Ximena Rojas Ortiz[2]

**paula.prieto@epfac.edu.co; zully.rojas@epfac.edu.co**

[1] Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana, Carrera 11 No. 102-50, 110111, Bogotá, Colombia.

[2] Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana, Carrera 11 No. 102-50, 110111, Bogotá, Colombia.

**Pages: 143-156**

**Resumen:** La concepción y el desarrollo del espacio exterior desde las Relaciones Internacionales ha venido cambiando con la inclusión de nuevos intereses y actores, en este contexto, el presente análisis tiene como objetivo identificar cuál de las tres tendencias: militarización, el espacio como recurso económico y diplomacia y legislación espacial, es la predomínante como nueva forma de poder espacial en la literatura, a partir de la exploración y consulta de repositorios y bases de datos, concluyendo que la militarización es la tendencia sobresaliente debido al dilema de seguridad que enfrentan los Estados.

**Palabras-clave:** Poder; Espacio; Militarización; Economía; Legislación.

***New Forms of Space Power: Between Traditional Militarization and New Actors.***

***Abstract:*** The conception and development of outer space from International Relations has been changing with the inclusion of new interest and actors, in this context, the present analysis aims to identify which of the three predominant trends: militarization, space as an economic resource and space diplomacy and legislation is the predominant one as a new form of space power in the literature, through the exploration and research of repositories and databases, concluding that militarization is the outstanding trend due to the security dilemma faced by States.

***Keywords:*** Power; Space; Militarization; Economy; Legislation.

## 1. Introducción

Cuando se habla del espacio exterior, desde las Relaciones Internacionales, varios de los análisis y revisiones citan el lanzamiento del Sputnik I por la Unión Soviética en 1957, ya que fue el primer satélite artificial puesto en órbita. Si bien, esto se contempló como punto de partida para la exploración espacial, no se puede dejar de lado las implicaciones políticas y como se generó la denominada “carrera espacial” como competencia y

demostración de poder entre Estados Unidos y la Unión Soviética, que llevó a ambas potencias al desarrollo científico y tecnológico para la conquista del espacio exterior. Sin embargo, se presume que con el paso del tiempo y las dinámicas cambiantes del sistema internacional, los Estados abandonaron por un tiempo los proyectos espaciales para enfrentar crisis económicas, como lo tuvo que hacer Rusia, con el fin de la guerra fría o enfrentar las amenazas a la seguridad en el caso de Estados Unidos con la lucha contra el terrorismo a principios del presente siglo (Johnson-Freese, 2007).

Esta presunción es refutada por algunos en la literatura, ya que por ejemplo consideran que países como Estados Unidos nunca abandonaron este territorio e incluso el desarrollo de tecnología satelital ha sido fundamental para sus enfrentamientos en la guerra contra el terrorismo. Mientras que para otros, el territorio espacial es usado para fines comerciales y los Estados entrarían a ser un usuario más del portafolio de servicios brindados por actores privados.

Bajo este panorama, esta diversidad de actores, sumado al aumento de actividades, indiscutiblemente pone al espacio exterior como un tema relevante al ser una dimensión de la seguridad que adicionalmente representa un interés para diferentes disciplinas por el constante cambio en que se mantiene, debido también al fuerte componente tecnológico que la permea.

Por lo tanto, el presente análisis tiene como objetivo identificar cuáles son las nuevas formas de poder espacial consideradas en la literatura y cuál sería la predominante para entender el presente y futuro de dicho poder espacial. Shapira & Baram (2019), parten de la hipótesis central de que el interés internacional en el desarrollo de armas espaciales ha aumentado. Lo argumentan con la tendencia de EE.UU. y China de realizar pruebas de misiles antisatélite desde 2008, el lanzamiento de sistemas de posible doble uso de China y la primera prueba antisatélite en 2019 hecha por India.

Por su parte, EE.UU. ha respondido creando la Space Development Agency (SDA) en 2019, que pretende construir y sostener capacidades espaciales letales, resilientes, basadas en amenazas y sostenibles financieramente con el fin de proveer vigilancia, disuadir o derrotar a los posibles enemigos. Bajo este panorama, los autores Shapira & Baram (2019) también categorizan a los países de acuerdo con sus capacidades tecnológicas espaciales y proponen una jerarquía de tres niveles:

1. Superpotencias espaciales: Estados Unidos, Rusia y China.
2. Potencias medias espaciales: Unión Europea, India y Japón.
3. Potencias espaciales emergentes.

Allí, se encuentra que los pertenecientes al primer grupo tienen el estatus tecnológico y el poder espacial para inclinarse hacia la tendencia no solo a la militarización sino al armamentismo del espacio, mientras que las potencias medias pueden tener infraestructura militar y comercial pero no planes armamentistas. Por último, las potencias emergentes tienen una infraestructura básica o en muchos casos es ausente, por lo tanto han encontrado en la diplomacia y la política internacional un canal para tener influencia en este tema.

## 2. Aproximaciones a las dinámicas del poder espacial

La literatura revisada contiene estudios que se inclinan por las amenazas en el espacio, es el caso de Harrison et al (2018), quienes toman a la dependencia de los satélites como el principal foco de amenazas e identifican cuatro tipos distintos en las que se clasifican:

- Físico cinéticas: Hace referencia a aquellas armas que tienen como objetivo hacer una detonación cerca de un satélite o una estación terrestre.
- Físicas no cinéticas: Trata de armas laser, electromagnéticas que causan daños hacia los objetivos previamente nombrados pero sin contacto físico.
- Electrónicas: Son aquellas que pueden intervenir o averiar radiofrecuencias impidiendo la comunicación.
- Ciber: Se refiere directamente al robo y ataque de datos.

Posterior a la clasificación, los autores examinan a los diferentes países que representan una amenaza para Estados Unidos bajo dicha clasificación incluyendo a Rusia, China, Irán, Corea del Norte y por último otros países que no son antagonistas con Estados Unidos como es el caso de Israel, pero que si han venido presentando un desarrollo en el área espacial suficiente tanto para el desarrollo como para el enfrentamiento de dichas amenazas.

En consecuencia de la identificación de estas amenazas y en las maneras en que estas pueden materializarse, también surgen estudios que hablan entonces de tendencias que podrían presentarse en el espacio, es aquí donde algunos analizan como a principios del presente siglo se dejó de lado el tema espacial por las grandes potencias dada la recesión de algunos países como Rusia y la lucha contra el terrorismo por parte de Estados Unidos, pero en el presente, el tema vuelve a tomar fuerza.

En este punto, encontramos dos posturas opuestas en la literatura frente a las dinámicas del poder espacial. Por un lado, Moltz (2019), menciona que las formas tradicionales de medir el poder espacial se enfoca en actividades militares y los programas civiles de los Estados, en el presente la entrada de China en este campo y la reactivación del programa espacial ruso sigue conteniendo este fuerte componente como estado centrista y orientado hacia lo militar.

A su vez Moltz (2019), expone las hipótesis y preocupaciones de otros analistas (Bender & Klimas, 2018; Bitzinger, 2016; Dickerson, 2015), quienes por ejemplo consideran que Rusia planea desplegar armas antisatélite en contra de los activos espaciales de Estados Unidos, o que China operará un sistema de armas en el espacio que difícilmente occidente podrá igualar. A todo esto, el autor responde que son perspectivas incompletas que no tienen en cuenta la denominada “disuasión espacial por denegación” (Moltz, 2019, p. 68), estrategia que pone en ventaja a Estados Unidos, la cual podría por ejemplo emplearse con la creación de constelaciones de cientos de satélites en red, de carácter nacional, comercial y entre aliados, con el fin de convencer al enemigo que no podrá denegar el acceso a los activos espaciales.

Por consiguiente, el poder espacial estaría afectado por las mismas dinámicas de la globalización y la interdependencia, donde las redes privadas y las alianzas de innovación

se están convirtiendo en elementos relevantes como las capacidades gubernamentales y por dicha razón el autor considera que las estrategias estatales espaciales actuales de Rusia y China serán obsoletas en el futuro, a diferencia de Estados Unidos que si lleva un largo camino en la participación del sector comercial y empresarial en la actividad espacial.

Por el contrario, Shapira & Baram (2019) afirman que hay dos tipos de tendencias en el espacio: la militarización, que consiste en el uso extensivo de tecnología de comunicaciones, sensores y navegación para apoyar operaciones militares; y la armamentización que hace referencia a la instalación creciente de armas antisatélite, satélites capaces de dañar otros satélites y armas que apuntan hacia blancos en la tierra. Sin embargo, para los autores esta última tendencia está todavía en una fase inaugural.

Con una visión intermedia, Klein (2012), aborda las estrategias espaciales que tienen los países denominados potencias medianas, partiendo de que el propósito fundamental de la estrategia espacial de cualquier potencia mediana debe ser garantizar el acceso y uso de las líneas de comunicación satelitales para apoyar los objetivos nacionales y de allí tendrá una serie de opciones militares y no militares (medidas económicas o tecnológicas, políticas) para alcanzar dichos propósitos.

Bajo este panorama, se evidencian tres visiones en la literatura sobre las nuevas formas de poder espacial, una primera enfocada en la militarización, posteriormente otra orientada en actividades económicas tales como la extracción de recursos y el sector de las telecomunicaciones y por último un enfoque hacia la diplomacia y legislación espacial. En aras de cumplir el objetivo del presente documento se realizó una investigación cualitativa de exploración de literatura académica a partir de la consulta de repositorios y bases de datos entre 2012 y 2023 teniendo como criterio de búsqueda las nuevas tendencias globales en el desarrollo espacial, militarización, economía, diplomacia y legislación espacial para posteriormente clasificar los argumentos y resultados de los diferentes análisis en las tres visiones anteriormente mencionadas.

## 3. Una Perspectiva Desde La Militarización

Partiendo del análisis del debate de la militarización que se menciona con Mueller (2003) anteriormente, Shapira & Baram (2019) resaltan que la ausencia de literatura que analicé los intereses de otros Estados diferentes a Estados Unidos. Por lo tanto, en el desarrollo del presente análisis no solo se tuvo en cuenta el criterio de las tres principales visiones en la literatura sino también se incluyeron algunas investigaciones que se enfocan o tienen en cuenta el rol e intereses de distintos países relevantes en el área espacial.

Desde la perspectiva de Cho (2018), es clara la intensión de Estados Unidos, Rusia e India de desarrollar capacidades militares espaciales, el autor recurre a la afirmación que realiza la Fuerza Aérea del país estadounidense en 2018, que contempla la probabilidad de una futura guerra en el espacio y como el país invierte en mantener su dominio militar allí. Por otro lado, también expone el caso de China como un país que entiende al espacio como el ultimo terreno elevado y clave para cumplir los objetivos terrestres, el análisis incluye un informe del Departamento de Defensa de Estados Unidos que sugiere como China ha invertido en capacidades espaciales avanzadas tales como satélites de

comunicación (SATCOM), inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), navegación por satélite (SATNAV) y meteorología, así como tripulados, no tripulados y la exploración del espacio interplanetario (D0D, 2015).

En este panorama, la investigación de Cho (2018), también menciona como el Ejército Popular de Liberación reconoce que en caso de guerra debe procurar atacar al enemigo interrumpiendo y bloqueando los sistemas C4ISR (Comando, Control, Comunicaciones, Computadora, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento).

Otro argumento para validar la militarización del espacio como la tendencia predominante, es la democratización de la tecnología expuesto por Bernat (2019), quien dice que lo anterior ha hecho que hoy en día países pequeños como Noruega o Israel logren un éxito que antes estaba limitado para grandes potencias. Desde su punto de vista, es apenas natural que el fácil acceso al espacio ultraterrestre tienda a inclinarse hacia el uso militar, sobre todo pensándolo desde una perspectiva de defensa.

Actualmente, tanto empresas privadas como Space X y Blue Origin por mencionar algunas, en Estados Unidos, como los propios Estados han puesto satélites en órbita para fines civiles, militares y comerciales, por ende crece un interés de que estos sean protegidos. Por ejemplo tanto Rusia como Estados Unidos cuentan con sistemas de navegación orbital como GLONNAS y GPS respectivamente. Allí también, surge una discusión sobre dos cuestiones, primero que se considera la militarización del espacio y que se considera un arma espacial.

Frente a lo primero, puede pensarse que la militarización hace referencia a la creación y uso de armas espaciales, mientras que para otros como las afirmaciones realizadas por el Consejo de Relaciones Exteriores de Estados Unidos, la militarización del espacio radica en la mejora de la fuerza, en áreas como las comunicaciones, la navegación y recopilación de información de inteligencia.

En el presente documento, se considera esta última perspectiva bajo la cual debe analizarse la militarización, y esto tiene que ver con la segunda discusión referente a que se considera un arma espacial, ya que Bernat (2019), muestra que para algunos analistas, cualquier objeto espacial puede usarse como arma, si por ejemplo se pone un satélite en una trayectoria para que coalicione o haga daño a otro objeto, sin embargo, hay una gran diferencia entre tener satélites en órbita y otra tener un despliegue real de armas como misiles balísticos o planeadores hipersónicos.

En este punto, regresamos a la categorización anteriormente mencionada que realizan Harrison et al (2018), de armas físico - cinéticas, físicas no cinéticas, electrónicas y ciber, la cual permite de una manera más rigurosa considerar cuales se consideran armas espaciales y sus características en dicha clasificación.

Adicionalmente, la militarización también es estudiada bajo el parámetro de ubicación del arma como lo hace Blake (2013), quien las clasifica en armas en, hacia, desde y a través del espacio. Las primeras hacen referencia a como se mencionó antes a por ejemplo hacer coalicionar un satélite frente a otro, sin embargo esto tiene unas implicaciones costo-beneficio desproporcionados, otra alternativa es el uso de laser o microondas para destrucción de objetos, tecnología que aún se encuentra en desarrollo, por lo tanto esta categoría aún resulta prematura para una aplicación inmediata.

En cuanto a las armas hacia el espacio, la clasificación incluye aquellas que desde la superficie terrestre pueden atacar el espacio exterior. Si bien, las armas energéticas tipo laser aún se encuentran en un terreno de investigación, sucede lo contrario para las armas antisatélite de ascenso directo (ASAT) que han sido desarrolladas por Estados Unidos, Rusia, China e India. Estos países han sido los únicos en usar misiles para destruir satélites propios.

En lo referente a las armas desde el espacio, es algo que está lejos de materializarse en la realidad donde aún no se han desarrollado armas laser que actúen desde la órbita del espacio. Por último, están las que actúan a través del espacio, que se comparan con la tecnología de misiles hipersónicos desarrollados actualmente, capaces de tener una trayectoria hasta diez veces más rápida que la velocidad del sonido.

Hasta este punto podemos ver que no solo hay un desarrollo sino también una proyección en materia militar, aunque todavía es prematuro hablar de una armamentización del espacio y debe tenerse en cuenta la diferencia entre ambos. Sariak (2017), respalda este argumento, primero poniendo en claro que la militarización del espacio es un hecho y se produjo desde que la humanidad tuvo acceso a este; ahora el inconveniente es como la tecnología militar espacial produce un dilema de seguridad.

Este dilema de seguridad consiste en que, en primera instancia, hay un desarrollo pasivo para fines pacíficos, comerciales y militares, incluso ayudando a estabilizar las relaciones entre Estados, por ejemplo, durante la guerra fría el desarrollo de sistemas de vigilancia y reconocimiento satelital por parte de Estados Unidos y Rusia permitió mitigar la incertidumbre y falta de información sobre el comportamiento del otro disminuyendo el dilema de seguridad. Tanto así, que ambas partes firman el tratado de limitación de armas estratégicas (SALT I).

En consecuencia, la tecnología de satélites de reconocimiento ha servido como un medio técnico de verificación de no proliferación, control de armas y desarme, herramienta valiosa ya que no necesita permiso del país para ser monitoreado, lo cual permite vigilancia a regímenes o Estados poco transparentes.

La segunda parte, en la cual se explica el porqué del dilema, es que a medida que algunos Estados desarrollan tecnología espacial, aquellos que no los poseen o no tienen acceso tienen mayores incentivos para crear y usar armas espaciales para contrarrestar las ventajas de los otros. Esto a su vez, hace que los actores que más dependan de los sistemas espaciales para operaciones militares adquieran mayores incentivos para defensa y negación de sus sistemas espaciales perpetuando este dilema de seguridad de manera cíclica, Sariak (2017).

Siguiendo con esta posición, China ha demostrado ser un actor desestabilizante en la actualidad, el teórico de la escuela neorrealista de las relaciones internacionales Mearsheimer (2006), advertía en la primera década del presente siglo que el ascenso de China no sería pacifico, en un estudio más reciente Pollpeter (2016), estudia las reformas realizadas por el Ejército de Liberación que establecen el espacio como un nuevo dominio para el país oriental y su estrategia puede resumirse en dos aspectos.

El primero de estos, coincide con los hallazgos de Cho (2018), que apuntan a un ejército dispuesto a hacer uso de herramientas de bloqueo informático dirigido a plataformas

militares estadounidenses y así negar la adquisición de capacidades de sistemas C4ISR. En segundo lugar, un fuerte desarrollo de operaciones y pruebas contra espaciales como las anteriormente mencionadas, ASAT.

Por consiguiente, se observa como el trabajo realizado por Pollpeter (2016), tiene algunos puntos comunes con quienes ven a la militarización como la tendencia predominante en las nuevas formas de poder espacial. Por ejemplo, expone como tanto para China como para Estados Unidos los incentivos para hacer un primer ataque ofensivo en caso de un conflicto son altos. Para el país Chino debido a que según sus cálculos es una oportunidad para reducir la ventaja asimétrica que tiene el otro actor, y para Estados Unidos, el incentivo es cortar de manera inmediata el acceso que tiene China a la localización y posible ataque de bases estadounidenses. Lo anterior es compatible con el dilema de seguridad expuesto por Sariak (2017).

Igualmente, con Tanwar (2022), además de también aceptar la tendencia de la militarización retomamos el componente de la armamentización. Con sucesos como la "Operación libertad" en Iraq por parte de Estados Unidos, demostró el uso de tecnología satelital para desplegar municiones guiadas y receptores GPS para atacar al enemigo; para este analista este es un punto de partida que seguirá escalando hacia el desarrollo de armas espaciales tales como partículas de uranio para atacar blancos terrestres, estaciones de energía solar en órbita que potencialice el uso de láseres, entre otros.

## 4. El espacio como recurso económico

La Organización para el Desarrollo y Cooperación Económicos (OCDE), hace referencia al termino de economía espacial, y lo define como: "El espectro completo de actividades y el uso de recursos que crean valor y beneficios para los seres humanos en el curso de la exploración, investigación, comprensión, gestión y utilización del espacio" (OCDE, 2012).

De acuerdo a la Agencia Europea Espacial (ESA, 2019), esta podría convertirse en la siguiente industria de trillones de dólares para el año 2040, donde algunas de las tendencias que identifican son: un número de actores cada vez mayor, un nivel sin precedentes de inversión privada, una industria espacial tradicional que enfrenta mercados más competitivos por estos nuevos actores y una integración entre la sociedad y la economía frente a este tema, lo cual podría traducirse en beneficios socioeconómicos.

Por su parte, Weinzierl (2018), analiza desde la economía la evolución que ha tenido el sector espacial, así como el cambio de prioridades de lo público a lo privado lo que resulta crucial para las proyecciones hacia futuro. Se explica entonces como la exploración y desarrollo del espacio como ya se ha mencionado estuvo centralizada por el Estado para unos intereses nacionales, sin embargo, como cualquier otra actividad económica centralizada en un punto empezó a presentar síntomas tales como falta de incentivos para la asignación eficiente de recursos y resistencia a la innovación debido a la reducida competencia.

Ejemplo de lo anterior se explica en Estados Unidos con la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), como después de la misión Apolo, en los años setentas, los objetivos de la agencia no eran muy claros y se daba por sentado que posteriormente

con el fin de la guerra fría los objetivos ya estaban cumplidos. Es así, como después la agencia se centra en el sistema de transporte espacial o el denominado transbordador espacial; a pesar de tener logros tales como la construcción de la Estación Espacial Internacional (ISS) y el telescopio espacial Hubble, todos los objetivos espaciales se fundaron alrededor de dicho transbordador, prevaleciendo los bienes públicos sobre el crecimiento del sector comercial y dejando un balance de un gasto público más alto de lo esperado para el proyecto y además de la falla trágica de dos transbordadores en 1986 y 2003.

Bajo este panorama, se termina en 2011 el proyecto del transbordador y Weinzierl (2018) identifica esto como el comienzo de un nuevo espacio con la reforma pública y privada del sector. Es así como el sector privado se enfoca en tres grandes áreas: lanzamiento de personas y carga útil al espacio, proporcionar datos satelitales, y hábitats o estaciones espaciales como objetivo a largo plazo. Según el reporte del space foundation (2018), evidencia como en la década anterior se obtuvieron ganancias en el sector satelital hasta por 300 billones de dólares en un año como 2015, mientras que la inversión estatal en el caso de Estados unidos fue de 45 billones para este mismo año.

Por otra parte, el crecimiento del sector comercial en el espacio refleja lo dicho por Shapira & Baram (2019) sobre la inclusión de potencias medias y emergentes, Jora et al. (2023), evidencian como no solo las grandes industrias sino también las pequeñas empresas tienen participación en el mercado del espacio, por ejemplo se menciona como en 2022 la ESA tuvo la participación de 1800 pymes, o como en el Reino Unido y Estados Unidos los programas UKspace y el programa Lunas CATALYST respectivamente, están dirigidos a alianzas con empresas para el desarrollo de naves espaciales y cohetes. Los autores toman a Rumania como caso de estudio particular de un país pequeño que logra integrarse en el desarrollo espacial bajo el apoyo y la estructura de la ESA, no obstante, sigue existiendo una desventaja con respecto a la industria privada de los grandes Estados, y su capacidad de imponer reglas en este tipo de organizaciones internacionales.

La explotación de recursos naturales en él espacio también es otro factor clave, por ejemplo, la minería de materiales en la luna o en asteroides se perfilan como actividades rentables en un futuro, así mismo la explotación de materiales que contribuyan al potenciamiento de la energía nuclear se ven como alternativas para suplir la demanda energética terrestre (Castro, 2020).

Un ejemplo de esto es el helio-3, un mineral encontrado en la superficie lunar, el cual es escaso en la tierra y podría ser clave para la fusión nuclear. A la fecha se han encontrado seis minerales en la luna, el último de estos fue el denominado Changesite-(Y) descubierto por China en 2022 también con un potencial para ser usado en la fusión nuclear (DW, 2022).

Adicionalmente, al observar el comportamiento de las empresas privadas, para Castro (2020), así en este momento estén participando en distintas tareas de la Estación Espacial Internacional (EEI), será solo una cuestión de tiempo para que estas decidan construir una estación privada, así mismo empresas como Bigelow Aerospace que tienen como uno de sus objetivos el turismo espacial, o Space X que ha desarrollado sus propios cohetes y realizado sus propios lanzamientos son prueba de un sector privado que ha tomado fuerza en este territorio.

## 5. Legislación y diplomacia espacial

Una vez explicadas las dos tendencias anteriores: militarización y el espacio como recurso económico, cuando se llega al análisis de la literatura en legislación y diplomacia espacial, esta tendencia se ve como un eje transversal a dichos apartados, debido a que precisamente tanto las acciones de los Estados así como de la industria privada parecen no tener unos límites definidos en cuanto a su actividad en el espacio. Como punto de partida es necesario dar una mirada macro de cómo esta zona denominada espacio exterior es, o puede ser gobernado. De la misma manera que en las Relaciones Internacionales y dentro de los mismos Estados se han creado dinámicas para la coexistencia e interpretación de los acontecimientos a lo largo de la historia, estos nuevos terrenos explorados también generan preguntas sobre las reglas existentes, posibles vacíos y retos.

Inicialmente, en 1959 Naciones Unidas establece la Comisión para la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS) desglosando una serie de tratados y adhesión de miembros gradualmente. Los cuatro principios que buscaron desarrollar los tratados iniciales fueron los siguientes (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1963; Álvarez ,2019):

1. No apropiación del espacio, la luna y otros cuerpos celestes.
2. Las actividades espaciales deben redundar en beneficio de toda la humanidad
3. Debe motivarse la cooperación internacional espacial
4. El uso del espacio debe ser pacífico

Por su parte, Masson (2019) analiza como la participación de más Estados en el desarrollo espacial y la incursión de actores como el sector de las telecomunicaciones sumado al desarrollo tecnológico han traído consigo nuevas discusiones sobre los principios iniciales. Por ejemplo cuando se dice que todas las actividades deben ser para el beneficio de la humanidad, pero dicho beneficio está abierto a muchas interpretaciones dependiendo de los intereses particulares de cada uno de los Estados que tengan participación en este lugar; por otra parte, el principio de la no apropiación de cuerpos celestiales se cuestiona con la actividad de minería espacial al preguntarse cuáles serán las regulaciones para quienes exploten este suelo.

Bajo este escenario, Estados Unidos ha tomado iniciativa y ha empezado a crear sus propias leyes a nivel nacional para dar seguridad jurídica a las empresas con el objetivo de extracción de recursos. En 2015, dicho país promulga la "Ley De Competitividad De Lanzamientos Espaciales Comerciales De EE.UU." (Congress US, 2015). A pesar de que la ley dice regirse por los principios jurídicos de COPUOS, algunas partes concuerdan en que este tipo de regulaciones deben darse siempre a nivel internacional y no es bien recibido que aquellas potencias se adelanten con estas medidas nacionales.

De lo anterior, también Masson (2019), plantea que si bien hay una necesidad de una legislación que vincule a todos los actores del Sistema Internacional, también está la postura de nuevos actores que consideran una desventaja de aquellas potencias que tuvieron la oportunidad de actuar libremente por décadas, mientras quienes hasta ahora están proyectando su acceso al espacio tengan que acogerse a estrictos reglamentos o estándares. Incluso basándose en los principios jurídicos que parten de un uso estrictamente pacifico del espacio, se plantea por ejemplo escenarios donde tanto los

Estados como los actores privados van a recurrir al desarrollo de sistemas de defensa para su infraestructura. Existe una variedad de servicios respaldados por infraestructura satelital como transmisiones, pronóstico del tiempo, banda digital entre otros que deben ser protegidos independientemente de los objetivos militares de un Estado. Sumado a lo anterior, también surge un tema que no está regulado y es el tema de desechos o basura espacial, ya que ninguna ley o principio regula la producción de desechos de ninguna actividad espacial; al día de hoy hay un gran volumen de escombros que amenazan constantemente con interferir, dañar o destruir satélites en órbita.

Bajo esta situación, los incentivos que tienen algunos Estados es abogar por una legislación en donde sea flexible seguir utilizando las armas antisatélite ASAT, incluso si estas son responsables de generar desechos, argumentando que debe tenerse un sistema de defensa en caso que, por ejemplo, un satélite con químicos se convierte en peligro al dirigirse hacia la tierra, un arma de este tipo puede destruirlo y evitar su caída en este planeta (Gandhi, 2017).

Por su parte, Naciones Unidas plantea el acuerdo sobre "Prevención de una Carrera Armamentista en el Espacio Ultraterrestre" (PAROS), en 1996 (UN, 2012). Sin embargo la falta de consenso entre actores ha impedido que este tenga la autoridad suficiente para regular las acciones de los Estados. Por su parte, Rusia y China, países en donde el desarrollo espacial ha sido Estado centrista proponen el documento "Prevención de la colocación de armas en el espacio ultraterrestre y la amenaza o el uso de la fuerza contra objetos del espacio ultraterrestre" (PPWT) en 2008, el cual apoya las siguientes iniciativas (UN, 2008; Permanent Mission of the PRC to the UN, 2021):

1. Una compresión y visión única de seguridad global, donde los Estados con más capacidades espaciales abandonen una posición unilateral y sigan procurando dicha visión de seguridad global.
2. Un avance en las negociaciones para lograr un documento legal vinculante a nivel internacional sobre el control de armas en el espacio.
3. Seguir mejorando los canales de comunicación entre actores en aras de fortalecer medidas de transparencia y confianza en el desarrollo de actividades en el espacio exterior.
4. Regulación de las compañías comerciales, ya que estas han participado en actividades militares y también regular que las acciones de estas empresas no pasen por encima de los derechos que tienen los países emergentes en el uso pacífico del espacio.

Esta propuesta fue rechazada por Estados Unidos e Israel; se infiere que dicha negativa se debe precisamente al gran crecimiento de la industria privada en el caso de Estados Unidos la cual ha sido clave para inyectar capital a los proyectos estatales e incluso beneficiarse de los avances tecnológicos logrados por los privados, por lo tanto dicho país no optaría por poner obstáculos a una industria que cada vez representa un espacio significativo en su economía y avances tecnológicos para su seguridad y defensa. Igualmente, en el caso de Israel, debido a que se concibe como un Estado aislado que ha enfrentado problemas de seguridad a lo largo de su historia, tampoco se espera que acceda poner restricciones al desarrollo de sistemas de defensa en el espacio.

La Unión Europea propone en 2010 un borrador más flexible al no ser de carácter vinculante, de un código de conducta en el espacio, manteniendo los principios de COPUOS y considerándolo más realista para ser acogido debido a dicha flexibilidad. Sin embargo, este es rechazado por Rusia y China e igualmente lanza la duda de si realmente hay un balance, porque entonces cada actor debería realizar su propio borrador sobre las conductas en el espacio (Gandhi, 2017).

Como se puede observar hasta este punto, el espacio sigue representando un nuevo terreno no solo en su acceso y desarrollo de actividades sino también en la regulación de dichas prácticas; lo que no resulta nuevo es las posiciones de los diferentes actores del Sistema Internacional, donde sería ingenuo pensar que van a dejar sus objetivos e intereses para tener una posición diferente frente a este tema. Ahora bien, esto también es aprovechado por los actores para tener incidencia en la arena internacional. Aquellos que están en desventaja y en proceso de alcanzar actividades en el espacio se valen de la diplomacia y de tomar una posición en cuanto a la creación de legislación para ir ganando terreno como lo iba advirtiendo *Shapira & Baram (2019) en el segmento introductorio*.

En el caso de Brasil como actor emergente, tuvo una posición inicial de apoyo a las posturas de Rusia y China sobre promover una legislación vinculante a nivel internacional, sin embargo desde 2019 con el cambio de gobierno optó por abrirse a cooperación con otros Estados y se adhiere a "Los Acuerdos Artemisa" de la NASA en 2021. Dichos acuerdos se basan en los principios ya establecidos en el marco de COPUOS, y están dentro del "Programa Artemis" que busca volver a la exploración lunar con una misión tripulada para 2024, dicho proyecto está compuesto no solo por la NASA, sino compañías comerciales de Estados Unidos, la Agencia Europea Espacial (ESA), la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA) y la Agencia Espacial Canadiense (CSA), Colombia también se acoge en 2022 para un total de 21 países a la fecha (NASA, 2020).

Frente a todas estas posiciones y actores, Pekkanen (2019) habla de un desarrollo tanto de *soft law* y *hard law* dependiendo de los actores, sin embargo serán las decisiones a nivel nacional y su capacidad de imponerse a nivel internacional quienes impongan el equilibrio entre los intereses gubernamentales y comerciales.

## 6. Conclusiones

Al estudiar el espacio exterior desde las Relaciones Internacionales nos encontramos con tres visiones en la literatura sobre las nuevas formas de poder espacial, una primera enfocada en la militarización, posteriormente otra orientada en actividades económicas tales como la extracción de recursos y el sector de las telecomunicaciones y por último un enfoque hacia la diplomacia y legislación espacial.

La primera tendencia referente a la militarización es la más tradicional y con la que se ha asociado el desarrollo espacial desde la guerra fría. La literatura muestra que la militarización del espacio es un aspecto que siempre ha estado presente desde que la humanidad tuvo acceso a este, donde también se dieron discusiones sobre lo que se considera un arma hasta llegar al dilema, al parecer sin salida, en el que se encuentran los Estados de seguir desarrollando avances militares para no verse rezagados o amenazados por otros actores que los sigan desarrollando.

En lo referente a la tendencia orientada a las actividades económicas, se evidencia que los agentes privados no solo han entrado a tener los mismos objetivos de los Estados de llegar al espacio sino también de explotar los recursos naturales que ofrece, donde solo sería cuestión de tiempo que agentes comerciales puedan construir su propia estación espacial.

La legislación y diplomacia espacial como última tendencia, se muestra como un eje transversal a la militarización y la monetización del espacio, donde hay una serie de posturas y en su mayoría reglamentos no vinculantes que en el presente no dan muestra de una legislación clara a nivel internacional. Si bien, tomar la vocería o adquirir posiciones frente a la legislación es una estrategia de las potencias medias y emergentes para incidir en esta área, son precisamente los objetivos de las grandes potencias las que seguramente tendrán peso en el desarrollo de legislación espacial en el futuro.

Lo anterior, contribuye al resultado de este análisis en donde la militarización es la tendencia predominante del poder espacial actual y que seguramente será la que predomine en el futuro, debido a que independientemente quien ponga objetos en el espacio (sea un Estado o un actor comercial privado) o realice actividades allí, hay un constante problema de seguridad sobre la defensa de este o la defensa propia de otro objeto puesto por cualquier otro actor. Así mismo, el mencionado dilema de seguridad, incentiva a los Estados a concebir el desarrollo espacial desde lo ofensivo también.

Ahora bien, que sea la militarización la tendencia dominante no necesariamente debe confundirse con la armamentización del espacio, la cual al día de hoy no cuenta con el desarrollo suficiente para afirmar que es una tendencia y posiblemente la legislación a futuro ponga obstáculos a que avance. Lo que sí es claro, es que las grandes potencias serán quienes sigan imponiendo el desarrollo espacial de acuerdo a sus intereses e incluso los actores privados pertenecientes a estos países tendrán una ventaja, mientras que las potencias medias y emergentes y otros actores privados se acomodaran para ir en la misma dirección o en el mejor de los casos asumir una postura en la diplomacia para aportar en el balance de intereses por medio de la legislación internacional.

## Referencias

Asamblea General de las Naciones Unidas. (1963). Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre. https://derecho.usc.edu.co/files/Derecho_espacial_ultraterrestre/declaracion_principios_juridicos.pdf

Álvarez Calderón, C. E., & Corredor Gutiérrez, C. G. (2019). El Espacio Ultraterrestre Y El Derecho Internacional. En C. E. Álvarez Calderón & C. G. Corredor Gutiérrez (Eds.), Mirando Hacia Las Estrellas: Una Constante Necesidad Humana Una Oportunidad Infinita Para Colombia (Vol. 1, pp. 195–238). General Rafael Reyes Prieto" y Fuerza Aérea Colombiana.

Bernat, P. (2019). The inevitability of militarization of outer space. Safety & Defense, 5(1), 49-54.

Bender, B., & Klimas, J. (2018). Space War is Coming—and the US is Not Ready. Politico, 6.

Bitzinger, R. A. (2016). Is China's Space Program 'Rocketing'Past America?. The National Interest, 10.

Blake, D. (2013). Military strategic use of outer space. In New Technologies and the Law of Armed Conflict (pp. 97-114). The Hague: TMC Asser Press.

Castro, J. (2020). La astropolítica en un mundo pospandémico. bie3: Boletín IEEE, (18), 239-256.

Congress, U. S. (2015). US Commercial Space Launch Competitiveness Act. Public Law, 90.

Cho, H. J. (2018). Militarization of Space and Arms Control. The Korean Journal of Air & Space Law and Policy, 33(2), 443-469.

Department of Defense, U.S. (2015). Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2015. Disponible en: https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/2015_China_Military_Power_Report.pdf

Deutsche Welle. (2022). China descubre un nuevo mineral en la Luna, combustible potencial para energía de fusión nuclear. Disponible en: https://www.dw.com/es/china-descubre-un-nuevo-mineral-en-la-luna-combustible-potencial-para-energ%C3%ADa-de-fusi%C3%B3n-nuclear/a-63156512

Dickerson, K. (2015). China's Booming Space Program Might Put the US and Russia to Shame. Business Insider.

Gandhi, M. (2017). Towards a Legal Regime for the Protection of Space Assets. En: Rao, R., Gopalakrishnan, V., Abhijeet, K. (eds) Recent Developments in Space Law. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4926-2_9

Harrison, T., & Johnson, K. (2018). Thomas G. Roberts. Space Threat Assessment 2018, 8-15.

Jora, O.D., Roşca V.I., Iacob, M., Murea, M.M. and Nedef, M.Ş. (2023), "Small and medium enterprises shooting for the stars: what matters, besides size, in outer space economy?", Management & Marketing, Vol. 18, No. 1.

Johnson-Freese, J. (2007). Space as a strategic asset. Columbia University Press.

Klein, J. J. (2012). Space strategy considerations for medium space powers. Astropolitics, 10(2), 110-125.

Kallender, P., & Hughes, C. W. (2019). Hiding in plain sight? Japan's militarization of space and challenges to the Yoshida Doctrine. Asian Security, 15(2), 180-204.

Masson-Zwaan, T. (2019). New States in Space. AJIL Unbound, 113, 98-102.

Mearsheimer, J. J. (2006). China's unpeaceful rise. Current History; Oakland. Tomo 105, N.º 690, (Apr 2006): 160-162.

Moltz, J. (2019). The Changing Dynamics of Twenty-First-Century Space Power. Strategic Studies Quarterly, Spring 2019. Air University, US. Pp.66-94.

NASA. (2020). The Artemis Accords. Disponible en: https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/img/Artemis-Accords-signed-13Oct2020.pdf

Mueller, K. P. (2003). Totem and taboo: Depolarizing the space weaponization debate. Astropolitics, 1(1), 4-28.

OECD. Publishing, & Organisation for Economic Co-operation and Development Staff. (2012). OECD handbook on measuring the space economy. OECD publishing.

Permanent Mission of the People's Republic of China to the UN. (2021). Document of the People's Republic of China Pursuant to UNGA Resolution 76/230 (2021).

Pekkanen, S. M. (2019). Governing the new space race. American Journal of International Law, 113, 92-97.

Pollpeter, K. (2016). Space, the new domain: Space operations and Chinese military reforms. Journal of Strategic Studies, 39(5-6), 709-727.

Sariak, G. (2017). Between a rocket and a hard place: Military space technology and stability in international relations. Astropolitics, 15(1), 51-64.

Shapira, Z., & Baram, G. (2019). The Space Arms Race: Global Trends and State Interests. Cyber, Intelligence, and Security, 3(2), 3-5.

Space Foundation. (2018). The Space Report. Disponible en: https://www.thespacereport.org/

Tanwar, S. (2022). Outer Space: Emerging Frontier of Weaponisation. Centre for Warfare Land Studies. N. 250.

The European Space Agency. (2019). What is the space economy. Disponible en: https://space-economy.esa.int/article/33/what-is-the-space-economy#_ftnref1

United Nations. (2008). "Treaty on Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space and of the Threat or Use of Force against Outer Space Objects (PPWT)". Letter dated 2008/02/12 from the Permanent Representative of the Russian Federation and the Permanent Representative of China to the Conference on Disarmament addressed to the Secretary-General of the Conference.

United Nations. (2012). Prevention of an Arms Race in Outer Space, G.A. Res. 67/30, U.N. Doc. A/RES/67/30.

Weinzierl, M. (2018). Space, the final economic frontier. Journal of Economic Perspectives, 32(2), 173-92.

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

Recebido/Submission: 06/06/2023
Aceitação/Acceptance: 09/08/2023

# Desarrollo de Competencias Digitales Docentes en el Ecuador

Pamela Gómez[1], Danilo Martínez[1], Ramiro Delgado[1] ,Roberto Lopez[2], Paul Freire[1]

**pcgomez1@espe.edu.ec; mdmartinez@espe.edu.ec; rndelgado@espe.edu.ec; capostgrado@uniandes.edu.ec; pafreire3@espe.edu.ec**

[1] Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolqui, 171103, Pichincha, Ecuador.

[2] Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES, 180215, Ambato, Ecuador

**Pages: 157-165**

**Resumen:** La educación es fundamental en cualquier sociedad. La inclusión de medios tecnológicos en el ámbito educativo ha generado la necesidad de desarrollar competencias digitales en los docentes para así aprovechar al máximo estos recursos. Sin embargo, el desarrollo de estas no es igual en los diferentes niveles de educación. Para identificar el desarrollo de competencias digitales, en Ecuador y América Latina, se realizó un mapeo de literatura considerando a los niveles secundario y universitario. Se obtuvo 15 estudios primarios y se concluye que el desarrollo de competencias digitales docentes está en función del conocimiento de los docentes, la infraestructura de los centros de educación y el marco pedagógico y metodológico que se utilicen. Se identificó una brecha generacional entre docentes jóvenes y antiguos además de la necesidad de crear estrategias para el desarrollo de estas competencias desde los primeros niveles de estudio para poder obtener mayor provecho de la tecnología.

**Palabras-clave:** Competencias Docentes, educación basada en competencias, educación, competencias

## *Development of Educational Digital Skills in Ecuador*

***Abstract*:** Education is essential in any society. The inclusion of technological media in the educational field has generated the need to develop digital skills in teachers in order to take advantage of these resources. However, the development of these is not the same at the different levels of education. To identify the development of digital skills, in Ecuador and Latin America, a literature mapping was carried out considering the secondary and university levels. 15 primary studies were obtained and it is concluded that the development of teacher digital skills depends on the knowledge of teachers, the infrastructure of education centers and the pedagogical and methodological framework used. A generational gap between young and old teachers was identified, in addition to the need to create strategies for the development of these skills from the first levels of study in order to get the most out of technology.

***Keywords:*** Teaching skills; competency-based education; education; skills.

## 1. Introducción

La educación es un pilar fundamental de la sociedad. En el Ecuador, de acuerdo con la constitución política del estado del 2008 (Asamblea Nacional Constituyente, 2008), el estado asegura la educación libre y gratuita hasta el tercer nivel de educación. Una de las etapas de formación académica que tiene una importancia crucial es la educación secundaria debido a que influyen en los procesos de desarrollo social y que dejan huella en la parte personal de los individuos.

Por otra parte, el avance vertiginoso de la tecnología ha dotado de un conjunto de nuevas herramientas que se aplican en diferentes campos de convivir humano. El ámbito educativo ha sido beneficiado con un vasto grupo de herramientas que han permitido que el proceso enseñanza aprendizaje sea más sencillo y significativo.

A nivel mundial el uso del Internet se ha incrementado progresivamente. En Ecuador según datos del Instituto de Estadísticas y Censos del Ecuador INEC, en su estudio sobre el uso de computadores y acceso a internet realizado el 2020 (INEC, 2020), se observa que el 34% de la población mayor de 5 años ha utilizado una computadora desde cualquier lugar, durante los últimos 12 meses; en el área urbana el 40% y 20,5% en el área rural. Así también, el acceso a internet se ubica en el 70% en todo el país. En el área urbana el 77,1% de la población ha utilizado Internet, frente al 56,0% del área rural. Si bien el incremento es sustancial, especialmente si se comparan estas cifras con el nivel de acceso en el año 2006 el cual ascendía al 6%, la brecha entre los sectores rurales y urbanos aún sigue persistiendo. Otros datos indican que los lugares en donde se usa mayoritariamente el Internet es en el hogar con un 86.1%, en el trabajo con un 6.5% y en las instituciones educativas con un 0,4%, estos porcentajes han sido tomados durante la pandemia de Covid 19. Además, 6 de cada 10 jóvenes entre 16 y 24 años usaron internet en 2020, le sigue el grupo entre 25 y 34 años con el 43,5% de su población.

Ante el incremento del uso del computador y del Internet, es preciso que paralelamente se trabaje en el desarrollo de competencias digitales, especialmente de los jóvenes. Competencias indispensables para enfrentar los retos de la Sociedad del Conocimiento en la que vivimos.

Así también, un aspecto relevante a considerar es que los estudiantes del siglo XXI requieren de habilidades y competencias que les permitan adaptarse a una sociedad de cambios; la relación del individuo con la información ha cambiado, por ello el sector educativo plantea nuevas formas de llevar a los estudiantes a un buen desarrollo dentro de la Sociedad del Conocimiento. Los alumnos deben tener conocimiento sobre aplicaciones informáticas y la capacidad de búsqueda y tratamiento de la información manteniendo una actitud crítica, reflexiva, responsable y ética.

El Ministerio de Educación y Cultura del Ecuador, (MEC) en 2014 manifestó la necesidad de fortalecer las competencias digitales, ya que por sí solo el acceso al Internet no garantiza que estas competencias, que están identificadas a nivel mundial, sean adquiridas por la mayoría de ecuatorianos.

Según el Instituto Nacional de Tecnologías en 2017, las competencias digitales, según el marco común europeo y a nivel mundial son: 1. Información y alfabetización

informacional, 2. Comunicación y colaboración, 3. Creación de contenidos digitales, 4. Seguridad y 5. Resolución de problemas.

En el 2013 el 20% de las personas en el Ecuador eran analfabetas digitales, 9,2 puntos menos que en el 2010. Según el MEC en el 2015, dentro del proyecto SITEC. De igual forma concluyeron que sólo el 17% de los establecimientos educativos de sostenimiento fiscal cuentan con servicios de Internet y el 48,79% disponen de computadores o salas de computación; de la población estudiantil tan solo el 44% de estudiantes han usado computadores. El proyecto identificó un problema central denominado "Falta de gestión educativa con el uso de TI en la enseñanza y el aprendizaje en las instituciones educativas de sostenimiento fiscal", el mismo aún no ha sido superado, por lo que se continúa trabajando y atacando las siguientes causas:

1. Dificultad para realizar gestión de control escolar.
2. Capacidades limitadas en el uso y manejo de TI, en el aula y fuera de ella en los miembros de comunidad educativa.
3. Ausencia de un modelo de gestión de servicios TI en las IE's públicas.

Para identificar la situación sobre el desarrollo de competencias digitales se llevó a cabo un mapeo sistemático de literatura aplicando las guías propuestas por (Petersen et al., 2015).

## 2. Metodología

Para identificar evidencias sobre el desarrollo de competencias digitales docentes en Ecuador, se realizó un estudio de mapeo sistemático (SMS) basado en las pautas de (Petersen et al., 2015). Un SMS proporciona un procedimiento objetivo para identificar el tipo y el alcance de un tema de investigación abordado por estudios publicados y dando respuesta a una pregunta de investigación particular. Este proceso incluye la caracterización y clasificación de las contribuciones en un campo de interés específico a través de un esquema de clasificación emergente que ayuda a proporcionar una visión general de ese campo específico. A diferencia de una revisión sistemática de la literatura, cuyo objetivo es sintetizar la evidencia teniendo en cuenta la solidez de los datos, un SMS tiene como objetivo estructurar un área de investigación. Los resultados del SMS pueden ayudar a identificar lagunas en la investigación y sugerir futuras áreas de investigación.

### 2.1. Preguntas de investigación

Considerando que el objetivo del estudio fue identificar estudios que reporten el desarrollo de competencias digitales docentes en el Ecuador, se planteó la siguiente pregunta de investigación:

- RQ: ¿Cuáles son las competencias digitales desarrolladas por el sector educativo en el Ecuador y América Latina?

### 2.2. Búsqueda

Para realizar la búsqueda de estudios relevantes dentro de la investigación se realizó una primera búsqueda general en la base de datos Scopus utilizando la siguiente cadena de búsqueda:

– (Digital AND Competences AND Education AND Professionals AND Ecuador)

Como resultado se identificaron 6 artículos de los cuales 4 se descartaron, quedando 2 artículos que fueron revisados y analizados para identificar nuevas palabras que ayuden a estructurar una nueva cadena de búsqueda.

La nueva cadena fue utilizada en las bases de datos: Science Direct, Google Scholar, Web of Science y Scopus. La búsqueda se aplicó para los metadatos, las cadenas aplicadas para cada base se detallan en la Tabla :

| Base de Datos | Idioma | Cadena de búsqueda | Resultados de la búsqueda | Resultados filtrados |
|---|---|---|---|---|
| Science direct | Inglés | Digitales AND (Competencias OR Habilidades) AND (Educación OR Colegio OR Secundaria OR Profesionales OR Docentes) AND Ecuador | 8 | 1 |
| | Español | Digital AND (Competences OR Competencies OR skills) AND (Education OR Professionals OR high school OR teacher traning) AND Ecuador | 301 | 3 |
| Google Scholar | Inglés | Digital AND [Competences OR Competencies OR skills ] AND [Education OR Professionals OR high school OR teacher training] AND Ecuador | 674 | |

Tabla 1 – Cadena de Búsqueda

### 2.3. Selección de los estudios

Para la selección de los estudios se aplicaron criterios tanto de inclusión como de exclusión que se muestran en la Tabla 2.

| Criterios de Inclusión | Criterios de Exclusión |
|---|---|
| CI1. Inglés y Español<br>CI2. Artículos de journals y congresos<br>CI3. Reporte estudios realizados sobre competencias digitales en el Ecuador CI4 Estudios Realizados en los últimos 5 años (2018 - 2022) | CE1. Estudios que no son accesibles completamente<br>CE2. Estudios publicados que no son Artículos Científicos<br>CE3. Reporte estudios realizados sobre competencias digitales en el Ecuador |

Tabla 2 – Criterios de Inclusión y Exclusión

## 3. Estudios primarios

Una vez realizadas las búsquedas en las bases de datos seleccionadas, se obtuvieron 15 estudios primarios que se presentan en la Tabla 3.

| Num | Ref | Título | Año |
|---|---|---|---|
| 1 | (Tirado-Morueta et al., 2017) | Empirical study of a sequence of access to Internet use in Ecuador | 2017 |
| 2 | (Humanante-Ramos et al., 2019) | Las competencias TIC de los estudiantes que ingresan en la universidad: una experiencia en la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad latinoamericana, | 2019 |
| 3 | (Morales Vera et al., 2019) | Competencias digitales en docentes: desafío de la educación superior | 2019 |
| 4 | (Driss et al., 2021) | LA COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE EN EDUCACIÓN SUPERIOR: ESTADO DEL ARTE EN ESPAÑA Y LATINOAMÉRICA | 2021 |
| 5 | (Chancusig Chisag et al., 2019) | El aprendizaje y las tecnologías de información y comunicación en la educación superior en Ecuador | 2019 |
| 6 | (Novoa-Hernández & Serrano Rodríguez, n.d.) | Evaluación de la presencia de competencias digitales en las Instituciones de Educación Superior en América Latina | 2019 |
| 7 | (Jorge-Vázquez et al., 2021) | Assessment of Digital Competencies of University Faculty and Their Conditioning Factors: Case Study in a Technological Adoption Context | 2021 |
| 8 | (Cevallos et al., 2020) | VIRTUAL SKILLS OF TEACHERS IN THE FACE OF THE CHALLENGE OF COVID-19 IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN ECUADOR | 2020 |
| 9 | (Escoda & Lena, 2021) | Digital competences for smart learning during COVID-19 in higher education students from Spain and Latin America | 2021 |
| 10 | (Enrique et al., 2018) | A digital competence integration model of university teachers for their professional development in the teaching of mathematics - Universidad Tecnologica Equinoccial de Ecuador | 2018 |
| 11 | (Ruiz-Cabezas et al., 2020) | University teachers' training: the Digital Competence | 2020 |
| 12 | (Agila-Palacios et al., 2022) | Influence of active methodologies: projects and cases in the development of digital competences with mobile devices | 2022 |
| 13 | (Sarango-Lapo et al., 2021) | Evidence-Based Educational Innovation Model Linked to Digital Information Competence in the Framework of Education 4.0 | 2021 |
| 14 | (Romero-Rodriguez et al., 2020) | Incidence of Digital Competences in the Completion Rates of MOOCs: Case Study on Energy Sustainability Courses | 2020 |
| 15 | (González-Eras et al., 2022) | Evaluation of Digital Competence Profiles Using Dialetheic Logic | 2022 |

Tabla 3 – Estudios Primarios

## 4. Discusión y Resultados

El desarrollo de competencias digitales en América Latina y en especial en el Ecuador depende del nivel de acceso a Internet, la alfabetización digital y la explotación de beneficios del uso de internet (Tirado-Morueta et al., 2017). Si bien la brecha entre acceso a internet e infraestructura ha ido disminuyendo en los últimos años, las brechas que se relacionan con alfabetización digital y explotación del uso de internet aún continúan. En el caso de la educación secundaria es importante el acceso a los recursos, sin embargo, también pueden constituirse en una amenaza si los estudiantes no consideran las medidas de seguridad de la información. A pesar que en los países de Latinoamérica los precios del acceso a internet han ido a la baja, en gran parte por la demanda presentada debido a la pandemia de COVID 19 (Jorge-Vázquez et al., 2021), los precios de los equipos informáticos aún son altos si se relacionan con los salarios promedios. Esto ha derivado en un acceso masivo a internet a través de teléfonos inteligentes, limitando el acceso a recursos que necesitan un formato mayor de pantalla y de procesamiento.

En relación a las competencias digitales que adquieren los estudiantes que culminan la secundaria y pasan a los estudios universitarios, Humanante (Humanante-Ramos et al., 2019) revela que los alumnos desarrollan 3 acciones que son: el desarrollo de documentos de texto, la navegación por internet y la comunicación por correo electrónico, mensajería y chat. Sin embargo, no se logra desarrollar competencias digitales relacionadas al acceso y uso de la información, gestión de información, generación y difusión del conocimiento. En este sentido, los docentes juegan un papel importante, sin embargo, también existe una brecha en el desarrollo de competencias digitales en los docentes. Vásquez (Jorge-Vázquez et al., 2021) muestran la influencia generacional en el nivel de competencias digitales alcanzado, es así que los profesores más jóvenes pertenecientes a la generación millenian tienen un perfil más avanzado en competencias digitales, en tanto que los docentes de mayor edad tienen un menor nivel de competencias digitales desarrolladas. Esto se ha evidenciado durante el tiempo de pandemia cuando los docentes se vieron forzados a hacer uso de medios digitales para llevar a cabo su labor docente.

Los primeros llamados a desarrollar competencias digitales son los docentes, lo cual es factible siempre que se tenga la convicción por parte de los docentes y que cuente con los medios necesarios. Morales (Morales Vera et al., 2019) afirma que es un proceso lento pero que permite la generación de conocimiento de manera rápida y eficiente donde el docente tendrá la oportunidad de acoplarse a los cambios que se está viviendo en este mundo globalizado. En tanto que Cevallos (Cevallos et al., 2020) afirma que las competencias virtuales que los docentes requieren deben ser generadas de manera progresiva, en donde propone cuatro competencias: adopción del uso de las TICs, adaptación al uso de TICs logrando su uso de manera progresiva, la apropiación que establece la gestión correcta de las tecnologías y la innovación que se presenta cuando el docente conoce correctamente la utilización de la tecnología.

El proceso de desarrollo de competencias digitales tanto en docentes como estudiantes no puede estar divorciado de los procesos pedagógicos. Es necesario articular la relación entre los modelos pedagógicos y la aplicación de las tecnologías que va más allá de las habilidades de los docentes (Driss et al., 2021). Es aquí donde toman importancia métodos como aula invertida para la impartición de clases a través de las múltiples

plataformas virtuales. Sin embargo, este proceso debe ser apoyado por los entes rectores de la educación quienes deberían garantizar al menos el acceso a recursos tecnológicos, la capacitación a sus docentes para usar la tecnología en su labor de docente, el desarrollo de habilidades necesarias para su aprendizaje y para la vida y dotar que la infraestructura, aulas virtuales, equipo tecnológico e Internet a las instituciones de educación como lo sugiere Chancusig (Chancusig Chisag et al., 2019). Por lo tanto, existe una relación entre el nivel de desarrollo de competencias digitales del profesorado y el grado de equipamiento tecnológico de las instituciones donde trabaja (Jorge-Vázquez et al., 2021).

Finalmente, los docentes deberían desarrollar competencias para comunicarse por medios tecnológicos como por ejemplo el entorno virtual de aprendizaje EVA para compartir recursos en innovación. Así también deben lograr en sus estudiantes el desarrollo de competencias para explotar al máximo los recursos tecnológicos que se encuentran a su alcance. Por otra parte, es pertinente considerar que para generar los contenidos y publícarlos, el docente debe ser motivado y no verse afectado por la sobrecarga de trabajo.

En consecuencia, las competencias digitales están muy relacionadas con la innovación que los docentes pueden generar en el aula de mano a la infraestructura existente basados en un marco metodológico y pedagógico que les permita desarrollar el conocimiento y el desarrollo de habilidades en sus estudiantes.

## 5. Conclusiones y Trabajos Futuros

En la presente investigación se realizó un estudio de mapeo de literatura para identificar evidencias sobre el desarrollo de competencias digitales docentes en el Ecuador tanto a nivel secundario como universitario.

Los estudios relacionados con el desarrollo de competencias digitales a nivel secundario son escasos, la mayor atención está en el nivel superior. Sin embargo, en este nivel los estudios se centran en los primeros niveles y en dar un diagnóstico sobre el desarrollo de competencias digitales en los nuevos estudiantes de las universidades.

El desarrollo de competencias digitales docentes afecta tanto a docentes como a estudiantes, se identificó una brecha generacional entre docentes jóvenes y docentes antiguos, a estos últimos les toma más tiempo y esfuerzo el desarrollo de dichas competencias y la adaptación a los nuevos paradigmas.

Otro factor que afecta el desarrollo de competencias digitales docentes es la infraestructura que ofrecen los centros educativos, así como el tiempo que se le da al docente para la preparación de los contenidos. Todo debe estar dentro de un marco metodológico y pedagógico para garantizar la calidad en el conocimiento que desarrollen los estudiantes.

Como trabajos futuros se propone el desarrollo de estrategias tanto para docentes como para estudiantes a fin de mejorar las competencias digitales y contribuir a la transformación de la educación y a la inclusión y el desarrollo de medios digitales en la educación.

## Referencias

Agila-Palacios, M. V., Muñoz-Repiso, A. G.-V., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Influence of active methodologies: projects and cases in the development of digital competences with mobile devices. *Journal of Applied Research in Higher Education*, *14*(3), 1007–1020. https://doi.org/10.1108/JARHE-05-2020-0149

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución Política del Ecuador*.

Cevallos, H. V., Romero, H. C., Ocampo, R. S., & Prado Ortega, M. (2020). VIRTUAL SKILLS OF TEACHERS IN THE FACE OF THE CHALLENGE OF COVID-19 IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN ECUADOR. In *Revista Conrado* (Vol. 16, Issue S 1). https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1539

Chancusig Chisag, J. C., Montaluisa Pulloquinga, R. H., Guilcaso Romero, J. A., & Soria Semblantes, M. I. (2019). El aprendizaje y las tecnologías de información y comunicación en la educación superior en Ecuador. *RECIMUNDO: Revista Científica de La Investigación y El Conocimiento, ISSN-e 2588-073X, Vol. 3, Nº. 1, 2019, Págs. 1340-1352*, *3*(1), 1340–1352. https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.1340-1352

Driss, K., Abdellah, M. Ben, Marcela, C., & Hoyos, M. (2021). LA COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE EN EDUCACIÓN SUPERIOR: ESTADO DEL ARTE EN ESPAÑA Y LATINOAMÉRICA. *Etic@net. Revista Científica Electrónica de Educación y Comunicación En La Sociedad Del Conocimiento*, *21*(2), 267–282. https://doi.org/10.30827/ETICANET.V21I2.20837

Enrique, J., Rosero, R., Ignacio, F., Domínguez, R., & González-Pérez, A. (2018). Modelo de integración de la competencia digital del docente universitario para su desarrollo profesional en la enseñanza de la matemática – Universidad Tecnológica Equinoccial de Ecuador. *EDMETIC*, *7*(1), 196–224. https://doi.org/10.21071/EDMETIC.V7I1.6910

Escoda, A., & Lena, F. J. (2021). Digital competences for smart learning during COVID-19 in higher education students from Spain and Latin America. *Acebo & R.García-Ruiz Digital Education Review-Number*, *40*.

González-Eras, A., Dos Santos, R., & Aguilar, J. (2022). Evaluation of Digital Competence Profiles Using Dialetheic Logic. *International Journal of Artificial Intelligence in Education 2021*, 1–29. https://doi.org/10.1007/S40593-021-00286-8

Humanante-Ramos, P., Solís-Mazón, M. E., Fernández-Acevedo, J., & Silva-Castillo, J. (2019). Las competencias TIC de los estudiantes que ingresan en la universidad: una experiencia en la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad latinoamericana. *Educación Médica*, *20*(3), 134–139. https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.02.002

INEC. (2020). *Tecnologías de Información y Comunicación*.

Jorge-Vázquez, J., Náñez Alonso, S. L., Fierro Saltos, W. R., & Pacheco Mendoza, S. (2021). Assessment of digital competencies of university faculty and their conditioning factors: Case study in a technological adoption context. *Education Sciences*, *11*(10), 637. https://doi.org/10.3390/educsci11100637

Morales Vera, C. F., Reyes Suárez, L. X., Medina Suarez, M. N., & Villon Cruz, A. R. (2019). Competencias digitales en docentes: desafío de la educación superior. *RECIAMUC*, *3*(3), 1006–1034. https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.(3).julio.2019.1006-1034

Novoa-Hernández, P., & Serrano Rodríguez, R. (n.d.). *Evaluación de la presencia de competencias digitales en las Instituciones de Educación Superior en América Latina*. Retrieved October 20, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/336239735

Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, *64*, 1–18. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007

Romero-Rodriguez, L. M., Ramirez-Montoya, M. S., & Gonzalez, J. R. V. (2020). Incidence of Digital Competences in the Completion Rates of MOOCs: Case Study on Energy Sustainability Courses. *IEEE Transactions on Education*, *63*(3), 183–189. https://doi.org/10.1109/TE.2020.2969487

Ruiz-Cabezas, A., del Castañar Medina Domínguez, M., Navío, E. P., & Rivilla, A. M. (2020). University teachers' training : the digital competence. *Pixel-Bit*, *58*, 181–215. https://doi.org/10.12795/PIXELBIT.74676

Sarango-Lapo, C. P., Mena, J., & Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Evidence-Based Educational Innovation Model Linked to Digital Information Competence in the Framework of Education 4.0. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 10034*, *13*(18), 10034. https://doi.org/10.3390/SU131810034

Tirado-Morueta, R., Mendoza-Zambrano, D. M., Aguaded-Gómez, J. I., & Marín-Gutiérrez, I. (2017). Empirical study of a sequence of access to Internet use in Ecuador. *Telematics and Informatics*, *34*(4), 171–183. https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.12.012

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

Recebido/Submission: 01/05/2023
Aceitação/Acceptance: 19/07/2023

# O contributo da igualdade de género para as operações na Guarda Nacional Republicana

Luís Malheiro[1], Fernando Bessa[2], João Reis[3], Luís Saraiva[4]

**malheiro.lcr@gnr.pt; a15277@hotmail.com; joao.reis@ulusofona.pt; saraiva_luis@hotmail.com**

[1] Centro de Investigação Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar, Academia Militar, Instituto Universitário Militar, Rua Gomes Freire, 1669-203, Lisboa, Portugal

[2] Centro de Investigação de Estudos de Sociologia, Avenida Forças Armadas 16 - s2, 1600-082 Lisboa, Portugal

[3] Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering, Lusófona University and EIGeS, Campo Grande, 1749-024 Lisbon, Portugal

[4] Centro de Investigação do Instituto Universitário Militar, Instituto Universitário Militar, Rua de Pedrouços s/n, Lisboa, Portugal

**Pages: 166-181**

**Resumo:** O presente estudo foi conduzido com o foco de: *analisar o contributo da igualdade de género para o sucesso das operações na Guarda Nacional Republicana (GNR).* Baseado em um raciocino indutivo, com uma estratégia predominantemente qualitativa e um desenho de estudo de caso, foi recolhida informação com recurso a entrevistas semiestruturadas junto de dez decisores com experiência na área das operações da GNR. Após recolha e tratamento da informação primária, tendo por base o método comparado, foi possível confirmar, em outras realidades/latitudes, algumas tendências que emergiram na revisão da literatura. O caminho desenvolvido permite avançar que: (1) a perspetiva de género ainda não é incorporada no planeamento das operações da GNR; (2) o processo de integração das mulheres ainda não está concluído sendo necessário recrutar mais mulheres; (3) existem decisores ligados às operações da GNR que concordam com limitações às tarefas/missões operacionais a realizar por/pelas mulheres; (4) a principal limitação identificada sobre a inclusão de mulheres nas operações está ligada à logística e; (5) era importante ter mais mulheres para otimizar as operações da GNR, sobretudo para missões e tarefas como *revistas a mulheres e o projeto Investigação e Apoio a Vítimas Específicas.*

**Palavras-chave:** Guarda Nacional Republicana; operações de segurança; igualdade de género; mulheres.

## *The influence of gender parity on the operations of Guarda Nacional Republicana*

***Abstract:*** *The present study was conducted with the focus of analyzing the* contribution of gender equality to the success of operations in the Republican

National Guard (GNR). Based on an inductive reasoning, with a predominantly qualitative strategy and a case study design, information was collected using semi-structured interviews with ten decision-makers with experience in GNR operations. After collecting and processing primary information, based on the comparative method, it was possible to confirm some trends that emerged in the literature review. The analysis of the information collected indicates that (1) the gender perspective is not yet incorporated in the planning of GNR operations; (2) the process of integrating women is not yet complete and it is necessary to recruit more women; (3) there are decision-makers linked to GNR operations who agree with limitations to operational tasks/missions to be carried out by women; (4) the main limitation identified regarding the inclusion of women in operations is linked to logistics and (5) it was important to have more women to optimize GNR operations, especially for missions and tasks such as searches of women and the Investigation and Support to Specific Victims project.

***Keywords:*** National Republican Guard; Security operations; gender parity; women.

## 1. Introdução

A leitura do *Military Balance* (International Institute for Strategic Studies, 2023) sugere que o globo está um lugar mais perigoso: em função da evolução dos investimentos em segurança (materiais e humanos); devido ao posicionamento e ações de alguns atores (*e.g*. China e Rússia) e; face a decisões como as da União Europeia sobre aquisições conjuntas de equipamentos de segurança.

Sobre este mesmo propósito o *Global Risks Report* (World Economic Forum, 2023) passou a listar os *interstate conflict* em um lugar cimeiro do seu relatório, para o curto e longo prazo, mas também continuou a sublinhar que um dos principais desafios das democracias está relacionado com as desigualdades, especialmente as desigualdades no acesso aos recursos digitais e/ou desigualdades no campo do género.

Assim, neste contexto de aumento da complexidade da conflitualidade mundial, afigura-se como fundamental a procura de respostas abrangentes e agregadoras de todas as visões, independentemente do género, existentes nas instituições de segurança. Deste modo, desenvolveu-se uma investigação que visa identificar pontos fracos que limitam a igualdade de género na Guarda Nacional Republicana (GNR), com o objetivo de os mitigar e fomentar a igualdade de género. Alicerçado nos saberes das políticas públicas, o modelo analítico da investigação para transpor a Agenda Mulheres, Paz e Segurança (CSNU, 2000), e os demais instrumentos legislativos sobre igualdade, para GNR, terá por base as conclusões de Berry & Berry (2007) mas será ajustado com os contributos obtidos em estudos anteriores (Malheiro, 2020; Bessa & Malheiro, 2020; Carreiras, Bessa, Ávila, & Malheiro, 2020; Malheiro, Santos, & Bessa, 2021; Carreiras, Rodrigues, & Malheiro, 2022; Malheiro, *et al.,* 2022).

Em tal contexto, sabendo-se que a atividade desta instituição é traduzida em operações diárias com uma tipologia diversificada (desde escoltas de honras a cavalo, a patrulhamento marítimo/fluvial, patrulhamento apeado, etc.,), o foco desta parte específica da investigação será direcionado para o objetivo de: *analisar o contributo da igualdade de género para o sucesso das operações na GNR*.

O caminho trilhado implicou que, para além da presente introdução e conclusão, fosse elaborada uma revisão de literatura no que concerne ao debate sobre os principais desafios que se colocam ao desenvolvimento das operações na GNR, nomeadamente a incorporação das mulheres em operações de segurança. Este debate fez sobressair a existência de lacunas na literatura e de pistas que foram usadas para alinhar o trabalho de campo, motivo pelo qual foi dedicada uma divisão do texto à metodologia e à análise e discussão de resultados para densificação dos dados recolhidos com as evidências sublinhadas no estado da arte.

## 2. Desafios ao desenvolvimento das operações na GNR

A complexidade, nomeadamente a legislativa, onde a GNR opera diariamente, não permite soluções que não sejam customizadas. Por outro lado, muito do tecido legislativo que orienta a atuação diária da GNR também é transversal a outras instituições de segurança e, nesse tecido, salientamos o caso da Declaração Universal dos Direitos do Homem, a Convenção Europeia dos Direitos Humanos, o Pacto Internacional de Direitos Civis e Políticos, a Constituição de República Portuguesa, a Lei de Segurança Interna, o Código Civil ou o Código do Trabalho. Para além destes instrumentos legislativos mais gerais, existem outros mais específicos que norteiam a atuação da GNR como é o caso do Parecer n.º 40/89 e n.º 83/2005 da Procuradoria-Geral da República, a Lei Orgânica, o Regulamento Geral de Serviço na GNR ou o seu Código Deontológico.

Assim, qualquer operação da GNR tem de ser enquadrada por princípios gerais da adequação, da necessidade da proporcionalidade em sentido estrito, da proibição do excesso e do uso mínimo da força. Todas estas particularidades são especialmente relevantes porque as características do serviço policial implicam um nível elevado de autonomia técnica do militar da GNR.

Neste contexto, sabendo-se que o planeamento das operações da GNR está ligado aos compromissos internacionais existentes (*e.g.* operações da Interpol, Europol, Frontex, entre outros), aos planos e estratégias sugeridos pelas políticas públicas (*e.g.* Exames Nacionais, Campanha Escola Segura ou Dia da Eliminação da Violência contra a Mulher), mas também carecem de ser adequados aos movimentos da sociedade (*e.g.* Verão Seguro, *Spring Break*, Regresso às Aulas, Peregrinação Segura ou Natal), existem dois documentos enquadradores que são relevantes: o Manual de Operações da GNR de 1996 e o Plano de coordenação, controlo e comando operacional das Forças e Serviços de Segurança (GNR, 2023).

Tendo em consideração este pano de fundo, o nível operacional elabora o Plano Operacional Setorial para desagregar os objetivos operacionais definidos pelo planeamento estratégico da instituição (GNR, 2020). Neste documento de nível operacional, o Comando Superior da GNR estabelece objetivos operacionais, elencando um conjunto de atividades, cuja execução por parte das Unidades, constitui-se como um catalisador do cumprimento dos mesmos (*e.g.* Diretiva de Comando para o biénio 2020-2022).

Para que todo este planeamento e articulação sejam fluidos e se promova a coordenação e sincronização das operações foi criado o Grupo Integrado de Planeamento Operacional pelo Despacho n.º 219/21/OG.

Apesar de tal e mesmo com um estado final desejado claro de se "contribuir decisivamente para melhores níveis de segurança, proteção e apoio dos cidadãos e das instituições democráticas" (GNR, 2020, p. 49), a tradução para a prática é um desafio diário. Alguns exemplos destes desafios estão relacionados com a coordenação entre Unidades nos diferentes níveis/escalões, nas informações disponibilizadas no apoio às operações, na flexibilidade, na articulação, na gestão e na otimização de meios.

Estes desafios, que se podem considerar mais correntes e de uma dimensão interna, subsistem com outros ao nível do planeamento e organização que transcendem a instituição. Por exemplo, a inexistência de uma fase estratégica da segurança interna e um órgão permanente de planeamento estratégico junto do Secretário-Geral do Sistema de Segurança Interna (Letras, 2022). Outro exemplo, prende-se com o facto de o processo de planeamento das operações da Organização do Tratado do Atlântico Norte ainda não estar totalmente sedimentado à realidade nacional da GNR (Silvério, 2020), ou seja, o modelo de planeamento institucional ainda está a sofrer algumas *dores de crescimento*.

A factualidade anterior e ainda o facto de não ser possível transpor diretamente, sem necessidade de adaptação, um modelo de uma instituição supranacional para a realidade institucional da GNR, também é um desafio ao nível da igualdade de género. Por exemplo, a GNR não pode usar diretamente (sem ajustamentos sérios) as recentes *guidelines* (Organização das Nações Unidas, 2023) para implementar a perspetiva de género nas suas operações de paz nas diferentes partes do mundo.

Fruto deste contexto de múltiplos desafios ao nível da organização, do planeamento, do enquadramento institucional e da paisagem legislativa que enformam as operações da GNR, mas também cientes da dimensão desta miríade de temas, que se decidiu, na fase seguinte do texto, delimitar o debate ao estudo do desafio que representa a igualdade de género, mais concretamente a incorporação de mulheres nas operações.

### 2.1. A incorporação de mulheres nas operações da GNR

A GNR, como qualquer outra instituição, está obrigada a cumprir a Constituição da República Portuguesa, nomeadamente a alínea h) do artigo 9.º relativo à promoção de uma política de igualdade de oportunidade entre homens e mulheres e eliminação todas as formas de discriminação.

Nesta senda, em 05 de setembro de 2019, o Despacho n.º 242/19/OG criou a Comissão para a Igualdade de Género e Não Discriminação na Guarda (CIGUARDA), integrando elementos de diversas áreas, nomeadamente da área responsável pelas operações - o Comando Operacional (GNR, 2022).

A factualidade anterior pode e deve ser interpretada como o reconhecimento de que a GNR, como instituição de grande espetro social, não está imune às tendências da sociedade e que era imperioso ter uma entidade a olhar para a área específica da igualdade de género no campo interno da relação entre mulheres e homens, mas também no serviço diário proporcionado ao cidadão. A título ilustrativo do que se acabou de mencionar e do elevado risco reputacional que ações discriminatórias, de género ou outras, podem significar, elencam-se duas situações. A primeira em 2019 quando uma patrulha (dois militares, homens) obrigaram uma prostituta a fazer continência (TSF, 2019). A segunda, em 2023, surge com a divulgação de vídeos que apresenta guardas

masculino a interagirem de forma pouco profissional com um homem embriagado e a ameaçarem um detido (Diário de Notícias, 2023).

Analisando os últimos dados disponibilizados em fontes abertas (ano 2021) verifica-se que existiram 43 denúncias no âmbito de atuação pouco profissional por parte de militares da GNR (GNR, 2022). Este número, face ao universo de 22.000 militares da instituição e ao elevado número de interações diárias com o cidadão, pode não parecer elevado, no entanto, importa sublinhar que em 2021 ainda se atuava em plena influência da pandemia e que existiu uma diminuição neste tipo de queixas - de 52 em 2020 para 43 em 2021 (GNR, 2021). Assim, os aparentes números reduzidos devem ser enquadrados pela possibilidade de existirem *cifras negras* e que para a Inspeção-Geral da Administração Interna (2023) o tema é relevante pois continua a proporcionar formação e a monitorizar o fenómeno no âmbito do Relatório Anual de Monitorização do Plano de Prevenção de Manifestações de Discriminação nas Forças e Serviços de Segurança.

Adicionalmente, também a GNR considera que ainda existe caminho a percorrer neste campo da igualdade de género e de não discriminação e tem efetuado campanhas ao nível do recrutamento para debelar esta circunstância, como é o exemplo da campanha de recrutamento *és a peça que nos falta* onde foi apelado à participação de mulheres e de minorias étnicas no processo de seleção (Município de Almodôvar, 2023).

De facto, a GNR (2022, p. 103) "reconhece o importante contributo que a maior representatividade feminina tem na melhoria da intervenção das Forças e Serviços de Segurança junto dos cidadãos e, em particular, na prevenção e combate de fenómenos como a violência doméstica, mutilação genital feminina e tráfico de pessoas."

A frase anterior e o reconhecimento institucional de que existe um desafio concreto no campo da igualdade de género e que é necessário continuar a desconstruir preconceitos que ainda limitam a liberdade das mulheres nas escolhas profissionais, são razões para que se tenham incluído regras para mínimos de 15% de mulheres na incorporação para guardas (Expresso, 2021). No entanto, também deve ser o mote para que todas as operações conduzidas pela GNR no âmbito da atividade desenvolvida pelo Estado para garantir a ordem, a segurança e a proteção de pessoas e bens e o respeito pela legalidade democrática (art.º 1.º da Lei n.º 53/2008, de 29 de agosto), incorpore um pressuposto fundamental e constitucional – a igualdade.

Esta dinâmica tem sido estudada em outros contextos sendo que alguns dos estudos mais transversais, prendem-se com as limitações da sociedade no campo da igualdade de género e as consequentes limitações à incorporação de mulheres nas polícias e/ou à limitação dos papéis que estas podem desempenhar quando as barreiras à entrada são diluídas ou retiradas (Akinjobi-Babatunde, 2015). Também é usual encontrar trabalhos a ligar a sub-representação das mulheres na polícia e a opressão/limitações que estas enfrentaram às oportunidades que lhes são proporcionadas na instituição (Franklin, 2005).

Os estudos que se afiguram mais relevantes para esta investigação são os que se prendem com o impacto na produção da segurança, ou seja, no serviço que é prestado por uma instituição como a GNR. Um exemplo é a investigação de Philips (2022) que sugere que existe uma relação estreita entre a adoção de força excessiva pela polícia, o género e a

etnia dos manifestantes, mas que também existe essa mesma relação quando se tem em conta os mesmos fatores em relação aos polícias que estão a efetuar a ação.

Koehler (2022) argumenta que a falta de diversidade de género e etnia em subculturas de polícias ligados às operações especiais são propícios a fenómenos de efeitos de túnel / rigidez de pensamento, podendo representar uma vulnerabilidade que facilita a radicalização e, o escalar da violência que forçosamente obriga ao uso da força.

Para Monk e Jackson (2020) o principal desafio da inexistência de diversidade, prende-se com a falta de preparação da força policial em receber determinadas tipologias de queixas ou de executarem determinadas tipologias de ações. Sobre este propósito Vitale (2017) refere mesmo que é um desafio ter polícias a recolher queixas dos trabalhadores da indústria do sexo, quando vários destes polícias também são clientes. Refere inclusive que as comunidades LGBT destas indústrias são ignoradas / estigmatizadas quando tentam recorrer à proteção e/ou apresentar queixas sobre incivilidades de que tenham sido alvo.

Já a investigação de Maguire & Nolan (2011) sublinha as vantagens, mas também as diferenças, em utilizar mulheres para trabalho de investigação (trabalho à civil) no campo da criminalidade ligada à indústria do sexo, por exemplo no que concerne aos riscos percebidos de desempenhar tais funções.

Outro exemplo das limitações que ainda persistem é o facto de que quando as instituições (e/ou as estruturas de missão) possuem mulheres, estas tendem a não ser destacadas onde são mais necessárias (*e.g*. onde a violência sexual e a igualdade de género apresentam desafios superiores), tendem a ser destacadas sem qualquer ponderação baseada no género (Karim & Beardsley, 2013).

Algumas das razões para estas limitações ocorrerem prendem-se com o facto de a formação estar a falhar o seu propósito. Em primeiro lugar, grande parte dessa formação não é centrada nos alunos. Em segundo lugar, a monitorização e a avaliação são fracas ou inexistentes. Em terceiro lugar, e mais importante, a formação parece não estar a ajudar a incrementar mudança de comportamentos no campo igualdade de género (Caparini, 2019).

Estes dados contrapõem com os resultados de estudos que sugerem progressos quando se adotam medidas *gender-sensitive* e/ou se aumentam progressivamente a percentagem de mulheres nas fileiras, no campo do profissionalismo e responsabilidade, fomentando o nível de sentimento de segurança pessoal e comunitário (Mushonga, 2015). Adicionalmente, um modelo masculino de policiamento tem vindo a ser associado a tarefas coercivas de prevenção e repressão do crime que contrasta com o modelo de trabalho policial mais cooperativo e de resolução de problemas que está associado a uma estrutura com a presença sedimentada de mulheres e homens a trabalhar para fomentar a confiança e cooperação nas comunidades e na prevenção da criminalidade (McCarthy, 2013).

Não obstante a importância do descrito, também se afigura relevante sublinhar a posição de Curth e Evans (2011) com a sugestão de mudanças incrementais e do envolvimento da instituição, em detrimento de medidas gerais e abstratas de *gender-sensitive* sem a

necessária adaptação ao contexto (instituição) e com avaliações burocráticas de *checklist* de um processo de mudança social extremamente complexo.

Assim, considerando que os argumentos existentes apontam vantagens à incorporação de mulheres nas operações policiais, que a GNR se depara diariamente com desafios que, eventualmente, podem ser mitigados com a incorporação de mais mulheres nas operações, afigurou-se como crucial desenvolver trabalho de campo para testar estes elementos na realidade da instituição.

## 3. Metodologia

A tradução prática do desígnio anterior, envolver todo o conhecimento para construir novas formas de planear, realizar e otimizar as operações da GNR, no campo específico da igualdade de género, obriga a que se perceba qual o ponto de situação da integração das mulheres, para posterior avaliação do potencial impacto no sucesso das operações.

Deste modo, as opções metodológicas implicaram que fosse realizado um trabalho baseado em princípio éticos, ontologicamente no campo do relativismo e epistemologicamente interpretativista, baseado em raciocínio indutivo que potencie o estabelecimento de generalizações tendo por base a observação de factos particulares (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019).

Com recurso a uma estratégia maioritariamente qualitativa, ainda que com alguns elementos inerentes a estratégias quantitativas, foi recolhida informação com recurso a entrevistas semi-estruturadas a atores chave da GNR, para se atingir um conhecimento mais profundo do tema (Coutinho, 2023). Atendendo a que se está perante um estudo de caso da influência do género nas operações da GNR na atualidade (2023), especificamente a incorporação de mulheres em operações desenvolvidas no território nacional, foram selecionados decisores (Oficiais e Sargentos), com mais de cinco anos de experiência de liderança de operações, em diversas as áreas de atuação da GNR, para os inquirir sobre os argumentos e as lacunas que a revisão da literatura forneceu.

Este estudo transversal, baseou-se nos dados recolhidos com as entrevistas a 10 decisores da GNR, cujo nome e função foram omitidas por questões de confidencialidade, especificamente para esta investigação, durante o mês de abril de 2023, através do *Google Forms,* após contacto prévio telefónico com o entrevistado e usando a autenticação com e-mail para acesso à entrevista por parte dos respondentes. Sempre que possível, os dados recolhidos para esta investigação foram interligados com resultados de estudos anteriores (Carreiras, Bessa, Ávila, & Malheiro, 2020; Malheiro, Santos, & Bessa, 2021) e/ou outros projetos como é o caso de um inquérito por questionário aos alunos/cadetes dos cursos de oficiais da GNR e do Exército em 2016 e 2022.

Esta possibilidade, adaptar instrumentos de recolha de dados validados e densificar os mesmos com os resultados de estudos/projetos anteriores com recurso ao método comparado, fornece algumas características dos estudos longitudinais e reforça a validade das conclusões fornecida pela análise dos dados efetuada com recurso ao *Statistical Package for the Social Sciences*.

## 4. Análise e discussão de resultados

Conforme referido na divisão anterior, os 10 inquiridos possuem todos mais de 5 anos de experiência de liderança de operações da GNR, especificamente oito possuem entre 10 e 15 anos de experiência, um entre 15 e 20 anos e outro entre cinco e 10 anos de experiência.

Os entrevistados apresentam uma média de idades de 37 anos, sendo que o mais velho tem 45 anos e o mais novo tem 34 anos. Dos 10 entrevistados nove são homens e uma é mulher, caracterização que está alinhada (até é uma percentagem superior) com a média de mulheres existente na instituição, cerca de 8% (GNR, 2022).

Relativamente às habilitações literárias todos os entrevistados afirmam possuir um mestrado, com exceção de um que refere que o grau mais elevado que possui é a licenciatura.

Esta caracterização, aliada à constatação de que são decisores ligados a diversas áreas das operações e em diversos níveis de atuação da GNR, cria a convicção de que as opiniões fornecidas por estes atores são relevantes e que podem ser usadas para validar um conjunto de argumentos existentes na literatura.

A primeira pergunta pretendia percecionar o modo como avaliavam a integração das mulheres nas Forças de Segurança, baseado em uma escala em que 0 = muito difícil e 10 = muito fácil. Os resultados médios sugerem que a avaliação pode ser considerada positiva (M=6,20; σ=3,09), no entanto, a entrevistada feminina escolheu a opção 0 =muito difícil. Em 2016 esta tendência, as mulheres possuírem uma visão mais negativa do processo de integração, foi se verificava (Bessa & Malheiro, 2020), ou seja, as cadetes femininas percecionavam a integração como mais difícil (M=4,33; σ=2,13) quando comparadas com os cadetes masculinos (M=5,12; σ=2,33).

Neste seguimento, procurou-se efetuar um conjunto de questões sobre o modo como os entrevistados consideravam que cada um dos fatores referidos dificultou ou facilitou a integração das mulheres nas Forças de Segurança (tabela 1). O fator que obteve médias mais elevadas, com uma escala em que 0 = dificultou muito e 10 = facilitou muito, foi *o desempenho que as mulheres demonstraram nas tarefas* (M=7,20; σ=2,18). Este elemento é relevante porque em 2016 e 2022 para os cadetes da GNR que frequentavam a Academia Militar, o fator que mais facilitou a integração das mulheres foi *a forma como a sociedade vê as mulheres que ingressaram nas respetivas forças*. Assim, poder-se-á afirmar que os decisores ligados às operações da GNR possuem uma opinião positiva sobre o desempenho das mulheres e até pontuam o fator *a forma como os militares homens aceitaram a presença das mulheres* com a menor média (M=6,00; σ =2,72).

De modo genérico, os decisores da GNR da área das operações atribuíram pontuações mais elevadas do que os cadetes, sobretudo os que foram inquiridos em 2022.

Pretendeu-se saber mais sobre se a presença de mulheres nas Forças de Segurança representa mais vantagens ou desvantagens para a instituição. Os entrevistados parecem ser consentâneos com as vantagens pois foi obtida uma média de 8 (σ =2,00) nesta questão com uma escala em que 0 = muitas desvantagens e 10 = muitas vantagens.

Face a tal resultado foi perguntado o que deveria ser feito pela GNR no campo do recrutamento para reforçar a presença das mulheres. Os resultados sobre a questão *no que diz respeito ao recrutamento de mulheres, as Forças de Segurança devem (…),* é apresentado na tabela 2.

| Questões | Cadetes | | | | Decisores | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2016 | | 2022 | | 2023 | |
| | M | σ | M | σ | M | σ |
| O desempenho que as mulheres demonstraram nas tarefas | 6,07 | 2,73 | 5,07 | 2,25 | 7,20 | 2,18 |
| A forma como a sociedade vê as mulheres que ingressaram nas respetivas forças. | 6,85 | 2,43 | 5,59 | 2,10 | 7,00 | 2,61 |
| O espírito de camaradagem existente entre homens e mulheres. | 6,15 | 2,43 | 5,39 | 2,21 | 6,60 | 2,62 |
| A forma como os militares homens aceitaram a presença das mulheres. | 6,09 | 2,56 | 4,92 | 2,11 | 6,00 | 2,72 |

Fonte: Inquérito por entrevista a decisores da área das operações da GNR (abril 2023) e inquérito por questionário aos alunos dos cursos de oficiais da GNR em 2016 e 2022.

Escala: 0 = dificultou muito e 10 = facilitou muito

Tabela 1 – Fatores que facilitam ou dificultam a integração

| Questões | Cadetes | | | | Decisores | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2016 | | 2022 | | 2023 | |
| | M | σ | M | σ | M | σ |
| Recrutar mais mulheres | 3,01 | 1,21 | 3,06 | 1,11 | 3,70 | 1,00 |
| Implementar provas de admissão iguais para homens e mulheres | 3,89 | 1,26 | 3,49 | 1,27 | 3,50 | 1,58 |
| Manter o número de mulheres | 3,00 | 1,13 | 3,09 | 1,06 | 2,30 | 1,10 |
| Tornar as provas de seleção mais fáceis | 1,56 | ,94 | 1,85 | ,95 | 1,90 | 1,14 |
| Deixar de recrutar mulheres | 2,15 | 1,25 | 1,95 | ,99 | 1,30 | 0,64 |

Fonte: Inquérito por entrevista a decisores da área das operações da GNR (abril 2023) e inquérito por questionário aos alunos dos cursos de oficiais da GNR em 2016 e 2022.

Escala: 1 = discordo totalmente e 5 = concordo totalmente

Tabela 2 – Recrutamento

Os resultados são novamente reveladores de que os decisores da área das operações apresentam médias de concordância superiores às dos cadetes sobre *recrutar mais mulheres* para as Forças de Segurança. No campo oposto, mas validando o resultado anterior, apresentam médias mais baixas de concordância sobre o fator *deixar de recrutar mulheres*.

Ainda que os decisores da área das operações da GNR concordem com provas de admissão igual para homem e mulheres discordam da possibilidade de *tornar as provas de seleção mais fáceis*.

Também se pretendeu saber que tipologias de tarefas deveriam ser desempenhadas pelas mulheres, obtendo-se os resultados da tabela 3.

| Tarefas | Cadetes | | Decisores |
|---|---|---|---|
| | 2016 | 2022 | 2023 |
| Apenas tarefas administrativo-logísticas e de apoio técnico | 31% | 20% | 0% |
| Tarefas operacionais, com limitações | 20% | 21% | 20% |
| Todos os tipos de tarefas, incluindo as de combate | 49% | 59% | 80% |

Fonte: Inquérito por entrevista a decisores da área das operações da GNR (abril 2023) e inquérito por questionário aos alunos dos cursos de oficiais da GNR em 2016 e 2022.

Tabela 3 – Tarefas que deveriam ser desempenhadas pelas mulheres

As percentagens obtidas demonstram que os decisores ligados à área das operações da GNR estão completamente abertos à participação das melhores em todos os tipos de tarefas (80%) e 20% concorda que desempenhem tarefas operacionais, com limitações. Os cadetes são mais conservadores do que os decisores da GNR, mas nota-se uma maior abertura à participação das mulheres em todos os tipos de tarefas, incluído as de combate, em 2022 do que em 2016, sendo que a percentagem dos que defendem a participação em tarefas operacionais com limitações evolui só 1% de 2016 para 2022. Finalmente, os que defendem a participação das mulheres apenas em tarefas administrativo-logísticas e de apoio técnico sofreu uma redução de 11% de 2016 para 2022. Sob o escopo de se tentar perceber que tipologia de limitações subsistem à integração de mulheres nas operações foi pedido aos decisores que indicassem *o grau de concordância com as seguintes afirmações sobre a incorporação de mulheres nas operações* (tabela 4).

| Questões | M | σ |
|---|---|---|
| É limitada por questões logísticas | 3,10 | 1,14 |
| É igual a incorporar homens | 3,10 | 1,37 |
| Fomenta situações de assédio | 2,50 | 1,20 |
| Aumenta o nível de stress global | 2,20 | 1,33 |
| Fomenta o conflito | 1,90 | 1,14 |
| Reduz a coesão | 1,80 | 0,98 |

Fonte: Inquérito por entrevista a decisores da área das operações da GNR (abril 2023).

Escala: 1= Discordo totalmente e 5= Concordo plenamente

Tabela 4 – Incorporação de mulheres nas operações

Os dados sugerem que a principal limitação assinalada pelos decisores das operações da GNR sobre a incorporação de mulheres está ligada ao campo logístico, apresentando

inclusive médias de concordância superiores ao que se pode considerar como ponto médio (2,5) para a afirmação *é igual a incorporar homens*. No campo oposto, valores de concordância inferiores ao ponto médio, surgem fatores como: *fomenta o conflito* e *reduz a coesão*. Face a estes dados pretendeu-se saber em que missões e/ou tarefas os decisores acham que seria mais importante utilizar mulheres (tabela 5).

| **Questões** | **M** | **σ** |
|---|---|---|
| Revistas a mulheres | 4,00 | 0,00 |
| Projeto Investigação e Apoio a Vítimas Específicas | 4,00 | 0,00 |
| Funções com traje civil (*e.g.* Investigação criminal) | 3,70 | 0,44 |
| Programa Escola Segura | 3,60 | 0,47 |
| Comunicação e relações-públicas | 3,30 | 0,61 |
| Outros Programas especiais | 3,30 | 0,61 |
| Programa de Apoio a Pessoas com Deficiência | 3,20 | 0,57 |

Fonte: Inquérito por entrevista a decisores da área das operações da GNR (abril 2023).

Escala: 1= Nada importante e 4= Muito importante

Tabela 5 – Missões mais relevantes

Os dados obtidos sugerem que é importante incluir mulheres em todos todas as missões/tarefas assinadas na tabela 5. No entanto, notoriamente duas missões/tarefas são claramente destacadas (*a revistas a mulheres e o projeto Investigação e Apoio a Vítimas Específicas)* pois os entrevistados consideram muito importante a participação das mulheres.

Estes resultados podem ser considerados como expectáveis, uma vez que a condução de revistas de mulheres doutrinariamente é efetuada por mulheres, com exceção de situações ligadas à proteção de valores superiores e à impossibilidade de se esperar por uma mulher para efetuar tal procedimento.

Além do exemplo anterior, as *funções com traje civil no campo da investigação criminal* para incrementar a capacidade de dissimulação no meio, por exemplo destacando um homem e uma mulher, também obteve uma pontuação média elevada.

Em virtude de tais resultados, foi perguntado: *para otimizar as operações que planeou / participou, considera que era relevante ter mais mulheres sob o seu Comando/Chefia?* Os resultados revelam que um entrevistado escolheu a opção: *não era relevante*. No entanto, os restantes nove entrevistados afirmaram que era relevante e quantificaram que era essencial ter pelo menos mais 20% de mulheres no efetivo disponível para organizar as operações. Para um entrevistado (homem) este aumento deveria ser mesmo de *45% ou mais*.

Pretendeu-se ir mais além e efetuou-se um conjunto de questões com a possibilidade de resposta aberta, nomeadamente: i*dentifique vantagens da incorporação de mulheres em operações policiais*. A resposta de um dos entrevistados é muito completa e sintetiza as diversas posições: *existem vantagens na recolha de informação uma vez que as mulheres possuem determinadas características que, em determinadas situações,*

*levam a uma maior abertura da pessoa a ser inquirida. Ressalvo ainda a vantagem em operações de investigação criminal desenvolvidas, por exemplo, se for constituída uma equipa mista mais facilmente consegue ser confundida como um casal e não como uma força policial.*

As sugestões de outros entrevistados prendem-se com a inclusão de mulheres em programas de policiamento de proximidade e/ou em situações em que o adversário possuiu mulheres.

Na questão *descreva desafios da incorporação de mulheres em operações*, a maioria voltou a sublinhar a questão logística, mas também se encontram argumentos como: "capacidade de cumprir os mesmos serviços; menor força e resistência física para impor a autoridade e/ou realizar detenções. Normalmente a adversário resistentes e poucos colaborastes/hostis."

Pedido para *identificarem as lacunas da incorporação da perspetiva de género em todas as fases do planeamento das operações,* uma das respostas sugere que*: a presença de mulheres no planeamento de operações, permitiria uma maior capacidade de análise do detalhe e de previsão de incidentes. Uma maior taxa de feminização nas operações permitiria também uma redução do tempo de espera para revistar mulheres. No entanto, a constatação é a de que: esta perspetiva não é incorporada no planeamento.*

Por último foi pedida uma *análise do contributo da igualdade de género para o sucesso das operações na GNR*. Uma resposta sugere*: é irrelevante.*

No entanto, a posição da maioria dos entrevistados está alinhada com a ideia de que: *a igualdade de género poderá contribuir decisivamente para o sucesso de determinadas operações policiais, como operações de investigação criminal e recolha de informação e revista a mulheres; existindo maior respeito pelo desempenho dos militares sem olhar ao género, de certeza que irá contribuir para uma maior coesão do efetivo, com claros benefícios para o desempenho operacional. Mais, quando uma vítima ou suspeito é abordado por alguém com quem se identifica em termos de género, tendencialmente será um meio facilitador da nossa atividade.*

## 5. Conclusões

A presente investigação foi desenvolvida com o propósito de *analisar o contributo da igualdade de género para o sucesso das operações na GNR*. Para se atingir o objetivo anterior foi observada a atividade desenvolvida por esta instituição com o propósito de ser uma força de segurança *humana, próxima e de confiança*.

Esta análise fez sobressair que: a dimensão das operações e a estrutura territorial de nível nacional são um desafio; um dos documentos enformadores sobre os graus de comando, de controlo e de coordenação, tipos de forças e situações de emprego (manual de operações) foi publicado há 26 anos; o tecido legislativo que regula as operações da GNR é complexo e; rareiam ligações a entidades que forneçam boas práticas de aplicação direta na instituição (*e.g*. processo de planeamento das operações da Organização do Tratado do Atlântico Norte; *guidelines* da Organização das Nações Unidas para o género).

Estes desafios mais abrangentes foram filtrados e focou-se a análise no campo da igualdade de género, sobretudo na incorporação de mulheres, para o sucesso das operações.

O estudo efetuado revelou que a incorporação de mulheres nas operações tem o mérito de reduzir os riscos reputacionais motivados por ações menos urbanas no campo do género. Em algumas realidades também foi notada a relação estreita entre a adoção de força excessiva em função do género e dos manifestantes, mas também da polícia. Adicionalmente, foi notado que a falta de diversidade nas instituições fomenta a rigidez de pensamento, pode facilitar a radicalização de alguns elementos da força e pode significar limitações na receção de determinadas tipologias de queixas (*e.g*. queixas dos trabalhadores da indústria do sexo).

A literatura sugere que a igualdade plena ainda não é uma realidade devido às limitações existentes na formação, que a promoção da diversidade poderia ter benefícios para trabalho de investigação criminal onde a função é feita em traje à civil e que a presença consolidada de mulheres e homens a trabalharem para fomentar a confiança e a cooperação nas comunidades pode resultar em modelos de trabalho policial mais vocacionados para a cooperação e para a resolução de problemas.

Considerando que estamos perante um processo de mudança social complexo e que as sugestões anteriores não estavam diretamente ligadas à realidade portuguesa, mas que ainda assim podem ser usadas para calibrar o trabalho de campo efetuado, procurou-se testar as sugestões anteriores junto de decisores com experiência na área das operações da GNR, comparando os resultados com estudos anteriores sobre o tema.

Os principais resultados sugerem que a perspetiva de género ainda não é incorporada no planeamento das operações da GNR, que as mulheres possuem uma visão mais negativa do processo de integração que os homens, tal como sucede em estudo anteriores, e que o fator que mais contribuiu para a integração foi *o desempenho que as mulheres demonstraram nas tarefas*. Os entrevistados atribuíram uma pontuação próxima do topo da escala (10 = muitas vantagens) na questão sobre se a presença de mulheres nas Forças de Segurança representa mais vantagens ou desvantagens à instituição. Os decisores inquiridos também apresentam médias de concordância próximas do máximo da escala de concordância utilizada sobre *recrutar mais mulheres* para as Forças de Segurança.

No que concerne à tipologia de missões a desempenhar, nenhum dos decisores ligados à área das operações da GNR, escolheu a opção *apenas tarefas administrativo-logísticas e de apoio técnico*, mas dois entrevistados consideram que devem existir limitações nas tarefas operacionais que as mulheres podem desempenhar. A principal limitação sobre a inclusão de mulheres está ligada ao campo logístico e muitos dos decisores sugerem que *é igual a incorporar homens*. No outro extremo, os dados relevam que a tipologia das missões que mais carece de mulheres são as *revistas a mulheres e o projeto Investigação e Apoio a Vítimas Específicas,* no global os entrevistados concordam que era importante ter mais mulheres para otimizar as operações que planearam / participaram.

Com o presente trabalho conclui-se que: (1) a perspetiva de género ainda não é incorporada no planeamento das operações da GNR; (2) o processo de integração das mulheres ainda não está concluído, sendo necessário recrutar mais mulheres; (3) existem

decisores ligados às operações da GNR que concordam com limitações às tarefas/ missões operacionais a realizar por mulheres; (4) a principal limitação identificada sobre a inclusão de mulheres nas operações está ligada à logística e; (5) era importante ter mais mulheres para otimizar as operações da GNR, sobretudo para missões e tarefas como *revistas a mulheres e o projeto Investigação e Apoio a Vítimas Específicas*.

Cientes de que em futuras investigações será necessário ir mais além (número de entrevistados, desagregação por níveis, tipologias de missões e inclusão de outras áreas da igualdade de género para além das *mulheres)*, existe a convicção de que este estudo pioneiro terá o mérito de contribuir para afinar a bússola de trabalhos vindouros e de fomentar o debate sobre a evidente necessidade de se encontrar novas formas de potenciar a segurança dos cidadãos, na premissa de que a segurança é uma responsabilidade partilhada por todos, independentemente do género ou pertença étnica

## Acknowledgements

This research was developed during the PhD program in Military Science at Instituto Universitário Militar, as part of the PhD thesis: *Integrated approach to gender in gendarmeries*.

## Funding

This research was funded by CINAMIL and the European Commission within the EU programme for education, training, youth and sports (Erasmus+), grant number 2020-1-PT01-KA203-078544. The APC was funded by the Military Gender Studies project–https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-PT01-KA203- 078544.

## Referências

Akinjobi-Babatunde, T. (2015). Women police in the Nigerian security sector. *African Security Review,* 438-444. DOI: 10.1080/10246029.2015.1090097.

Berry, F., & Berry, W. (2007). Innovation and Diffusion Models in Policy Reserarch. Em P. Sabatier, *Theories of the Policy Process* (pp. 223 - 261). Colorado: Westview Press.

Bessa, F., & Malheiro, L. (2020). A agenda MPS: um olhar sobre as Forças de Segurança. *Nação e Defesa Nº 156*, 119-139.

Caparini, M. (2019). Gender Training for Police Peacekeepers: Where Are We Now? *Gender Roles in Peace and Security*. DOI: 10.1007/978-3-030-21890-4_7.

Carreiras, H., Bessa, F., Ávila, P., & Malheiro, L. (2020). Carreiras, H., Bessa, F., Ávila, P.Cadets in portuguese military academies: a sociological portrait. *Sociologia, Problemas e Práticas*, 9-29.

Carreiras, H., Rodrigues, C., & Malheiro, L. (2022). L'impact du programme des Nations Unies sur les femmes, la paix et la sécurité. L'exemple du Portugal. *Travail, genre et sociétés n° 47*, 89-107.

Coutinho, C. (2023). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Lisboa: Almedina.

CSNU. (2000). *Resolution 1325*. Retirado de: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/RES/1325%282000%29

Curth, J., & Evans, S. (2011). Monitoring and evaluation in police capacity building operations: women as uniform? *Police Practice and Research*, 492-505. DOI: 10.1080/15614263.2011.581440.

Diário de Notícias. (2023). *Vídeos mostram guardas de Esposende a gozar e ameaçar, GNR abre processo*. Retirado de: https://www.dn.pt/sociedade/videos-mostram-guardas-de-esposende-a-gozar-e-ameacar-gnr-abre-processo-16021090.html

Expresso. (2021). *MAI impõe mínimo de mulheres no recrutamento para GNR e PSP (15% e 20%)*. Retirado de: https://expresso.pt/sociedade/2021-03-07-MAI-impoe-minimo-de-mulheres-no-recrutamento-para-GNR-e-PSP--15-e-20-

Franklin, C. (2005). Male Peer Support and the Police Culture. *Women & Criminal Justice,* 1-25. DOI: 10.1300/J012v16n03_01.

GNR. (2020). *Estratégia da Guarda 2025*. Lisboa: GNR.

GNR. (2021). *Relatório de Atividades 2020*. Lisboa: GNR.

GNR. (2022). *Relatório de Atividades 2021*. Lisboa: GNR.

GNR. (2023). *Plano de Atividades 2023*. Lisboa: GNR.

Inspeção-Geral da Administração Interna. (2023). *Relatório Anual de Monitorização do Plano de Prevenção de Manifestações de Discriminação nas Forças e Serviços de Segurança - 2022*. Lisboa: IGAI.

International Institute for Strategic Studies. (2023). *The Military Balance 2023*. London: Routledge.

Karim, S., & Beardsley, K. (2013). Female Peacekeepers and Gender Balancing: Token Gestures or Informed Policymaking? *International Interactions*, 461-488. DOI: 10.1080/03050629.2013.805131.

Koehler, D. (2022). From Superiority to Supremacy: Exploring the Vulnerability of Military and Police Special Forces to Extreme Right Radicalization. *Studies in Conflict & Terrorism*. DOI: 10.1080/1057610X.2022.2090047.

Letras, R. (2022). *Estratégia de Segurança Interna: Um Modelo de Elaboração Estratégica para Portugal*. Lisboa: IUM - Trabalho de Investigação Individual do CPOG.

Maguire, M., & Nolan, T. (2011). Faux hos: woman police attitudes about decoy sex work. *Police Practice and Research* (Faux hos: woman police attitudes about decoy sex work, Police Practice and Research, 209-222. DOI: 10.1080/15614263.2010.533022.

Malheiro, L. (2020). *A questão do género e os instrumentos de regulação internacional: a agenda mulheres paz e segurança na Guarda Nacional Republicana*. Lisboa: Fronteira do Caos.

Malheiro, L., Menezes, S., Reis, S., Machado, P., Romão, A., & Bessa, F. (2022). A Igualdade de Género na União Europeia: a implementação da agenda mulheres, paz e segurança. *Iberian Journal of Information Systems and Technologie*, E49, p. 28-50.

Malheiro, L., Santos, P., & Bessa, F. (2021). O modelo unificado de inovação aplicado à implementação do SNC-AP: estudo exploratório. *XVIII Congresso Internacional de Contabilidade e Auditoria. Ordem dos Contabilistas Certificados*, 1-20.

McCarthy, D. (2013). Gendering 'Soft' policing: multi-agency working, female cops, and the fluidities of police culture/s. *Policing and Society,* 261-278. DOI: 10.1080/10439463.2012.703199.

Monk, H., & Jackson, W. (2020). Out of place: women's experiences of policing in protest spaces. *Journal of Gender-Based Violence*. DOI: 10.1332/239868020X15 985448282097.

Município de Almodôvar. (2023). *És a peça que falta à GNR!* Retirado de: https://cm-almodovar.pt/es-peca-falta-gnr/

Mushonga, N. (2015). A case study of gender and security sector reform in Zimbabwe. *African Security Review,* 430-437. DOI: 10.1080/10246029.2015.1088655.

Organização das Nações Unidas. (2023). *Guidelines - Implementing a gender perspective into the military component of United Nations peacekeeping operations*. NY: UN.

Philips, M. (2022). Violence in the American Imaginary: Gender, Race, and the Politics of Superheroes. *American Political Science Review,* 470-483. DOI:10.1017/ S0003055421000952).

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students 8 th ed*. Harlow: Pearson Education.

Silvério, P. (2020). *O planeamento operacional na GNR: como adaptar o planeamento OTAN à realidade nacional da GNR*. Lisboa: IUM - Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2019/2020.

TSF. (2019). *GNR que obrigaram prostituta a fazer continência afastados do "contacto com o cidadão"*. Retirado de: https://www.tsf.pt/portugal/sociedade/gnr-condena-conduta-de-patrulha-que-obrigou-prostituta-a-fazer-continencia-10954805.html

Vitale, A. (2017). *The End of Policing*. US: Verso.

World Economic Forum. (2023). Retirado de: https://www3.weforum.org/docs/WEF_ Global_Risks_Report_2023.pdf

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

Recebido/Submission: 02/05/2023
Aceitação/Acceptance: 26/07/2023

# Revisão sistemática da literatura sobre viés de género e aprendizagem máquina na segurança

Luís Malheiro[1], Fernando Bessa[2], João Reis[3], Luís Saraiva[4]

**malheiro.lcr@gnr.pt; a15277@hotmail.com; joao.reis@ulusofona.pt; saraiva_luis@hotmail.com**

[1] Centro de Investigação Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar, Academia Militar, Instituto Universitário Militar, Rua Gomes Freire, 1669-203, Lisboa, Portugal

[2] Centro de Investigação de Estudos de Sociologia, Avenida Forças Armadas 16 - s2, 1600-082 Lisboa, Portugal

[3] Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering, Lusófona University and EIGeS, Campo Grande, 1749-024 Lisbon, Portugal

[4] Centro de Investigação do Instituto Universitário Militar, Instituto Universitário Militar, Rua de Pedrouços s/n, Lisboa, Portugal

**Pages: 182-194**

**Resumo:** O presente estudo foi desenvolvido com o propósito de analisar os desafios da utilização de dados com viés de género para a aprendizagem da máquina na segurança. A procura das limitações da aprendizagem máquina e o debate sobre o contágio por via de dados desequilibrados na fase do treino, nomeadamente na dimensão do género, foram baseados no protocolo Prisma. Depois de serem definidas as palavras-chave a procurar e os critérios de exclusão, a densificação da análise das 39 investigações selecionadas foi promovida por via da utilização do *VOSviewer,* do *Connected papers* e do *Treecloud*. A conjugação das técnicas e procedimentos anteriores possibilitou concluir que: (1) os vieses cognitivos podem existir na aprendizagem máquina devido ao recurso a dados desequilibrados para treino; (2) proporcionar um treino com dados equilibrados (também sobre o género) a uma rede aumenta a sua resiliência; (3) é possível introduzir algoritmos com atributos *gender sensitive* para mitigar vieses na aprendizagem máquina; (4) existe uma lacuna sobre investigações científicas relativamente a vieses de género no campo da segurança.

**Palavras-chave:** Viés de género; segurança; aprendizagem máquina; dados.

## *Systematic literature review on gender bias and machine learning in safety*

***Abstract:*** The present study was developed to analyze the challenges of using gender-biased data for machine learning in security. The search for limitations of machine learning and the debate on contagion via unbalanced data in the training phase, namely in the gender dimension, were based on the Prisma protocol. After defining the keywords to be searched for and the exclusion criteria, the analysis of

the 39 selected investigations was expanded using VOSviewer, Connected papers, and Treecloud. The combination of previous techniques and procedures made it possible to conclude that: (1) cognitive biases may exist in machine learning due to the use of unbalanced data for training; (2) providing data-balanced training (also on gender) to a network increases its resilience; (3) it is possible to introduce algorithms with gender-sensitive attributes to mitigate biases in machine learning; (4) there is a gap on scientific investigations regarding gender biases in the security field.

***Keywords:*** gender-bias; security; machine learning; data.

## 1. Introdução

Pensar a segurança no mundo líquido, onde os riscos que acreditamos identificar e que nos provocam medo são o reflexo de nós próprios e das nossas perceções culturais, obriga a que não se fique paralisado com a factualidade de que "a ciência paira às cegas sobre os limites dos perigos" (Beck, 2015, p. 78).

De facto, a sociedade do risco em que vivemos obriga a que as respostas abrangentes sejam desenhadas e implementadas e que o envolvimento de todos os recursos (humanos ou materiais) seja efetivo (Bordoni & Bauman, 2016). Assim, a procura de soluções para desafios cada vez mais globais obriga a que as respostas não possam ser locais, ou que não incorporem todo o conhecimento existente na sociedade (Zizek, 2009).

Neste contexto em que a ciência dedicada ao estudo do risco e da gestão da segurança está confrontada com o paradoxo de que o exercício de antevisão do futuro pode servir como fonte de inspiração ao cometimento de incivilidades / atrocidades, parece ser difícil superar a dialética de que os desafios atuais são consequências da modernidade (Giddens, 1990).

Nestes termos, resulta claro que é necessário recorrer, também no campo da segurança, à utilização de máquinas para conceber soluções que vão para além da capacidade de alcance da imaginação humana, como é o caso do *Alpha Zero*, do *Generative Pre-Treined Transformer* ou da descoberta da *Halicina* (Kissinger, Schmidt, & Huttenlocher, 2021).

Conforme descreve Damásio (2011), a máxima de Descartes, *cogito ergo sum*, está errada. Neste caso, não apenas porque a ausência de emoções pode prejudicar a racionalidade, mas sobretudo porque o ser humano perdeu o monopólio da superioridade da razão, da inteligência e da capacidade de pensamento.

Não sendo possível discutir as consequências do advento da inteligência artificial (IA) para a definição do próprio conceito da humanidade (o debate sobre a largura de banda que a humanidade pode ocupar em um tempo que as máquinas pensam), pretende-se contribuir para avançar com um propósito mais humilde e circunscrito. Objetivamente, esta investigação foi desenhada com o foco de *analisar os desafios da utilização de dados com viés de género para a aprendizagem da máquina na segurança*.

O contributo para o debate sobre o modo como as máquinas aprendem a pensar e os desafios que lhe estão implícitos obriga a que o estudo esteja organizado em uma análise dos conceitos e palavras-chave, análise bibliométrica e debate dos principais conteúdos, além da explicação das opções metodológicas e da conclusão.

## 2. Os dados como vetor de propagação do viés de género

Os trabalhos dos psicólogos quebraram os pressupostos sobre o julgamento e a tomada de decisão, revelando que o modo como pensamos não é tão racional como esperávamos. De facto, estes estudos demonstraram que só com a combinação da utilização do nosso sistema cerebral automático e reflexivo, em cada pensamento sobre determinada situação, é possível mitigar erros de julgamento decorrentes de vieses cognitivos (Allen & Gerras, 2010).

Estar desperto para estes atalhos da mente e possuir pensamento crítico para saber que o que estamos a ver resulta da conjugação de dados objetivos com dados que confirmam as nossas crenças é fundamental em todas as áreas de negócio, mas seguramente é decisivo em instituições ligadas ao *ultima ratio regum* (Jonathan, Nathan & Joe, 2015).

Neste sentido, as instituições com responsabilidade na segurança procuram fazer esforços contínuos para dotar os seus recursos com mecanismos para ultrapassar os desafios anteriores. Até à atualidade (2023), as entidades têm procurado mitigar este desafio com a valorização de capacidades de pensamento crítico, levando a que esta competências seja uma das mais valorizadas (World Economic Forum, 2023). No entanto, considerando que as máquinas começaram a aprender, surge o desafio de se perceber se a aprendizagem com recurso a máquinas pode ser um potente transmissor de vieses, em virtude de ser baseada em dados incompletos, ou por vezes pouco incorretos, que conduzem a aprendizagens deficitárias (Cervantes, García-Lamont, Rodríguez-Mazahua, & Lopez, 2020).

A questão anterior é relevante, porque em todas as aprendizagens da IA (não supervisionadas, supervisionada ou por reforço) existe uma grande utilização de dados para verificar as tendências, ainda que na aprendizagem por reforço a IA não seja um mero espectador. Assim, se os dados fornecidos tiverem limitações, tais limitações tendem a reproduzirem-se, o típico *entra lixo sai lixo* (Domingos, 2018). Considerando que, em programas da *AlphaDogFight* da *Defense Advanced Projetcts Agency*, os pilotos de IA obtiveram melhores resultados em combates simulados que os pilotos humanos, parece ser crucial estudar este domínio da segurança pelo potencial impacto que o mesmo poderá ter (Kissinger, Schmidt, & Huttenlocher, 2021).

Os autores desta área do conhecimento parecem concordar que o facto de existirem dados não balanceados pode afetar os resultados da aprendizagem e sugerem algumas formas de se ultrapassarem tais limitações, desde aumentar as amostras ou alterar a ponderação das métricas do algoritmo (Russell & Norvig, 2020). No entanto, parece ser difícil ultrapassar esta desafio recorrendo a estas soluções típicas de redimensionamento da amostra, quando uma amostra maior de dados continua a ter as mesmas limitações, como é o caso da falta de dados desagregados por género, ou para simplificar, por sexos.

A afirmação anterior está alicerçada no argumento de Beauvoir (1949) de que a humanidade é masculina e que a mulher é definida por relação com o homem e não é vista como um ser autónomo. Com este pano de fundo e sabendo-se da centralidade dos dados na atualidade, com a utilização do *big data* para diversas finalidades, o que temos no final de uma análise de dados incompletos, ou carregados de silêncios, são consequentes meias-verdades ou até mesmo perceções erradas de determinada matéria. De facto, tendo a IA a suportar diagnósticos médicos ou analisar *curricula vitae*, que

foi treinada com défices informacionais no campo do género, o que teremos será, no mínimo, informação para a tomada de decisão que objetivamente será incompleta e quiçá errada (Perez, 2019).

Esta reprodução das desigualdades continua a ser uma realidade, não irá desaparecer com o tempo e não é apenas uma questão geracional. Por exemplo, apenas em 2016 é que a *Unicode Consortium* passou a adotar o género para a linguagem do *emoji* que até então eram exclusivamente masculinos, por exemplo, não existia *policewoman* e *policeman* (Bosque, 2018).

Áreas tão cruciais como a saúde não são exceção. Até há bem pouco tempo não se sabia que os níveis de tolerância de referência à radiação e aos químicos para o Homem (estavam incluídas as mulheres) afinal não eram seguros para as mulheres (Ministério da Saúde, 2013).

Na segurança, só recentemente foram disponibilizados coletes balísticos adaptados para a ergonomia feminina e o tipo de arma continua a não ser ajustado ao tamanho da mão da mulher, ainda que em alguns países seja possível ajustar o punho da arma de serviço (*e.g*. Espanha).

Neste contexto de aparente falta de consideração na recolha de dados desagregados por sexos e, por conseguinte, na falta de customização de soluções para um outro ator social de suma importância no seio de qualquer população – as mulheres –, parece tornar-se evidente que é necessário que as mulheres tenham mais inclusão e visibilidade no campo da ciência dos dados, sobretudo para uma área basilar dos Estados – a segurança. De facto, sobressai a relevância de se avançar com a consolidação do objetivo número cinco do desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (2023), sobre a igualdade de género em todas as dimensões da sociedade (Agenda 2030).

Com o propósito de se identificarem as principais tendências neste campo e de se contribuir para debelar estas realidade, procurou-se identificar e sistematizar as principais tendências nesta área, dedicando-se a secção seguinte à explicação do protocolo seguido.

## 3. Opções metodológicas

A procura de contributos para o objetivo de investigação foi guiada pela realização de um estudo ético, ontologicamente posicionado no relativismo e epistemologicamente no interpretativismo (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019).

Seguindo-se um percurso do geral para o particular, estamos perante um raciocínio dedutivo, com um desenho de estudo de caso, circunscrevendo-se o mesmo ao estudo da literatura sobre viés de género e aprendizagem máquina no campo da segurança para os últimos seis anos, desde 2016 (Santos & Lima, 2019).

A recolha de dados foi conduzida com recurso ao *software Publish or Perish* (para a *Scopus* e *Google Scholar*) e ao *site* da *ScienceDirect*, tendo por base as palavras-chave que se revelaram como cruciais da análise efetuada na divisão anterior do texto: *gender-bias; security; machine learning*. Após esta definição de palavras-chave a usar na procura dos dados, foram definidos critérios de filtragem para se apurarem os artigos científicos

mais relevantes onde se centrou a revisão sistemática da literatura, nomeadamente pela verificação do fator de impacto de cada artigo científico na plataforma *Scimago Journal & Country Rank* (Easterby-Smith, Thorpe, & Jackson, 2015).

Posteriormente, tendo por base uma análise bibliométrica efetuada com recurso ao *VOSviewer*, foram desenvolvidos mapas de ligações entre os principais autores.

Em suma, procurou-se seguir o protocolo Prisma (Charbonneau, *et al.,* 2020), onde inicialmente foi identificado o que procurar e onde procurar (palavras-chave e locais de pesquisa), foram identificados e eliminados os registos duplicados nas diversas plataformas e definidos critérios de exclusão. Os critérios de exclusão passaram por não analisar os documentos que não tratavam das áreas estabelecidas nas palavras-chave, que eram anteriores a 2016 e que não eram estudos empíricos. Esta análise possibilitou um redimensionamento do número de artigos a estudar, de 127 para 39 (Apêndice A), e que são a base do debate que consta na próxima divisão do texto.

Adicionalmente, também se procurou utilizar a ferramenta designada por *Connected papers* para se obter mais informação e/ou acesso a ligações sugeridas pelos principais estudos analisados.

Finalmente, para se reforçar as conclusões de tudo o quanto se analisou, foram desenhadas árvores de palavras com os textos selecionados, refletindo a sua proximidade semântica tendo por base o *Treecloud,* resultados que também foram utilizados no debate efetuado na próxima divisão do texto.

## 4. Análise e discussão dos resultados

O recurso ao primeiro elemento de análise, o *VOSviewer*, permitiu identificar que o principal autor de ligação entre os clusters que surgem da procura efetuada é o Qadir, sobretudo no seu trabalho em coautoria (Butt, Qayyum, Ali, Al-Fuqaha, & Qadir, 2023), conforme demonstra a figura 1.

Com este estudo específico, os seus autores sublinham a relevância que a IA está a ter no quotidiano das pessoas, desde o agendamento de atividades diárias até recomendações de compras personalizadas, sendo que o sucesso desta mudança deve ser medido na justa proporção do benefício para os seres humanos. Atendendo a que a IA está a alargar o perímetro de segurança que estávamos habituados e que os algoritmos estão intimamente ligados aos humanos, é importante olhar para essas tecnologias de IA por meio de uma lente centrada no ser humano, sempre conscientes de que é necessário corrigir vieses que lhes estão subjacentes.

Complementarmente, os estudos mais centrais também sugerem que a robustez das redes está ligada ao modo como as mesmas são treinadas, sublinhando a relevância de se efetuarem treinos em redes pequenas e com dados equilibrados em diversas dimensões (entre as quais a dimensão género), e só depois ampliar o modelo, adequadamente, entenda-se mantendo o equilibro relativo do mesmo (Wu, Chen, Cai, He, & Gu, 2020).

Utilizando o *Connected Papers* (figura 2), constatamos que o elemento que mais sobressai é a publicação de Mehrabi, Morstatter, Saxena, Lerman e Galstyan (2019) sobre a importância na justiça/equidade da conceção dos sistemas de IA, sempre na

ótica de que os mesmos podem ser usados para tomar decisões disruptivas nas nossas vidas. No fundo, os autores sugerem que é crucial garantir que essas decisões não reflitam um comportamento discriminatório, sobretudo porque estamos no início da consciencialização de que esta realidade/dimensão representa um desafio, sendo necessário implementar soluções para mitigar vieses em sistemas de IA, nomeadamente os de género.

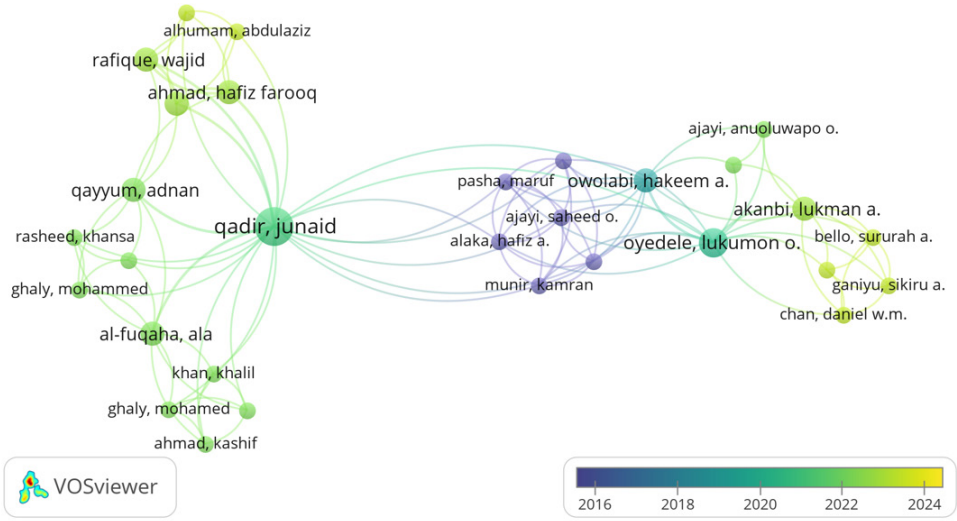



Figura 1 – Análise bibliometria VOSviewer

Outros estudos, que se interligam com o anterior, sugerem que os vieses dos modelos aumentam à medida que os conjuntos de dados se tornam mais desequilibrados e as informações permanecem na representação latente, mesmo quando os algoritmos de mitigação de vieses são aplicados (Reddy, *et al.*, 2021). Elemento que faz sobressair a criticidade da factualidade de apenas recentemente existir a recolha de dados desagregados por géneros.

Tendo por base as investigações selecionadas (Apêndice A), foi introduzido o conteúdo das mesmas no *Treecloud* e foi estabelecido um limite máximo de apresentação de 50 palavras e a sua relação de proximidade, conforme demonstra a figura 3.

A primeira constatação que surge da análise da figura 3 é que a palavra *segurança* não consta na mesma, enquanto as restantes que foram eleitas como fundamentais para serem pesquisadas surgem, ainda que de modo incompleto, como no caso do viés de género.

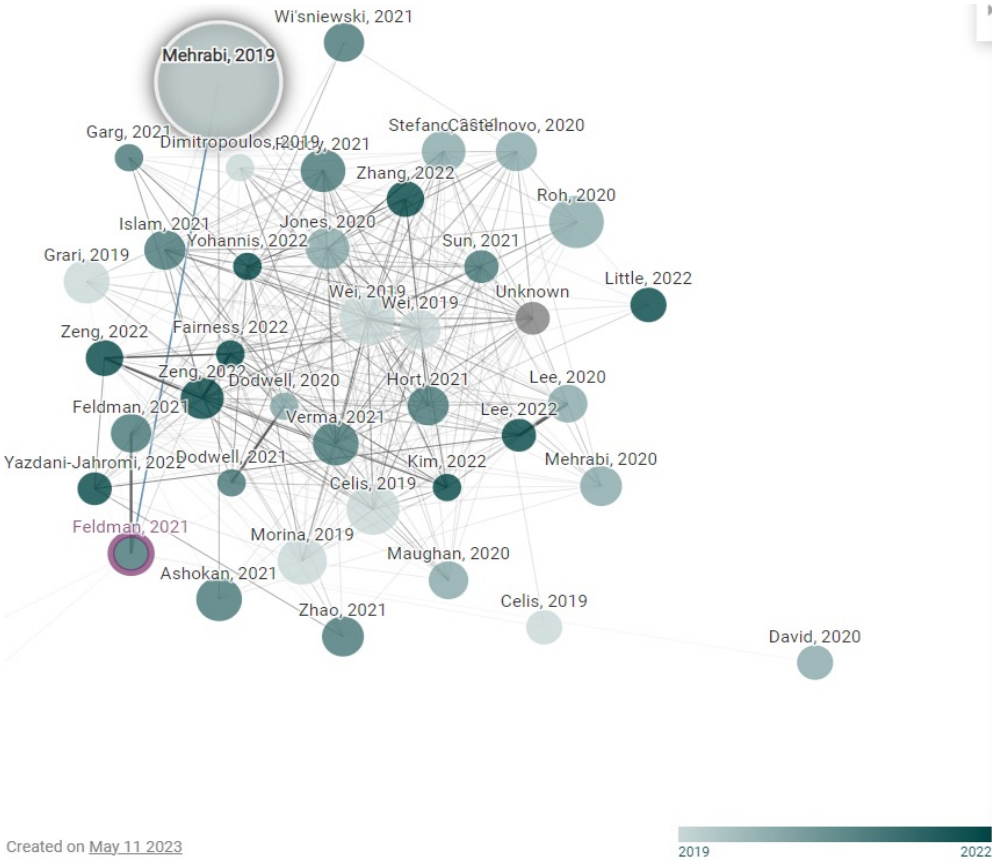



Figura 2 – Análise *Connected papers*

A segunda constatação que se pode retirar é que os modelos de aprendizagem máquina (ML – *machine learning*), podem realmente ser influenciados por vieses (também os de género), caso os algoritmos não tenham sido pensados para mitigar tais atalhos, entenda-se introdução de algoritmos com atributos *gender sensitive* cuja abordagem fomente a justiça e a precisão na aprendizagem que é fornecida/proporcionada à máquina.

## 5. Conclusões

A presente investigação teve como principal propósito contribuir para *analisar os desafios da utilização de dados com viés de género para a aprendizagem da máquina na segurança*.

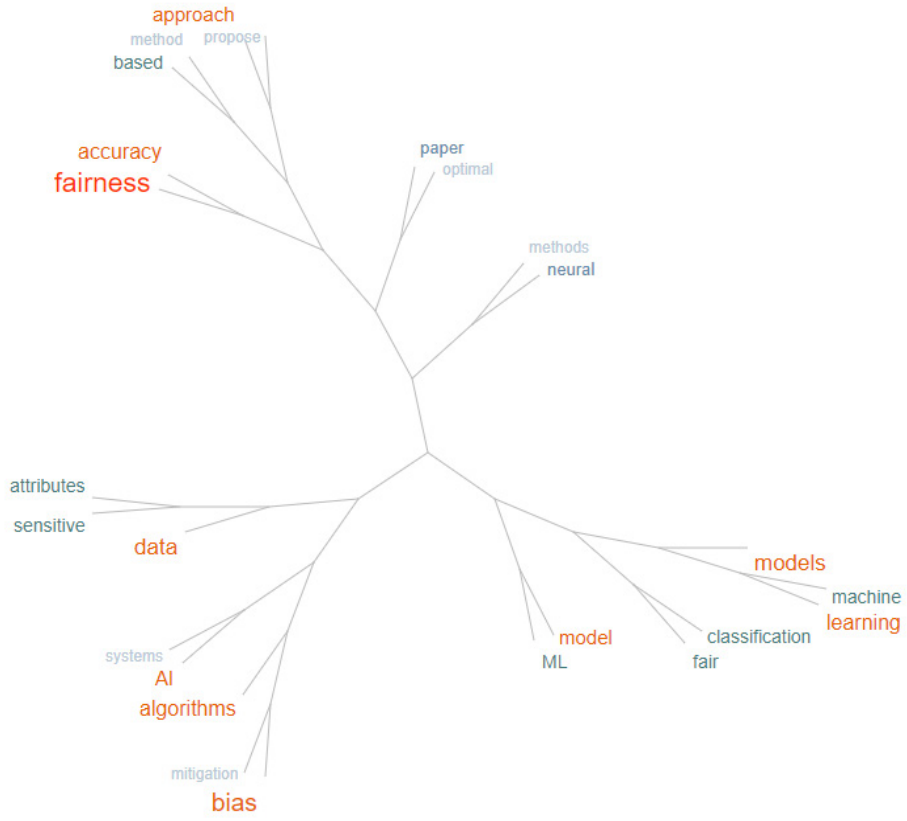



Figura 3 – Análise *Treecloud*

O objetivo de investigação surge com a dialética de que o pensamento deixou de ser um monopólio da humanidade para ser mais um domínio de competição. Neste ambiente de livre mercado, em que as máquinas começam a demonstrar competências que o ser humano nem imaginava, é obrigatório efetuar exercícios de verificação das limitações deste pensamento desprovido de alma, nomeadamente se este pensamento pode ser influenciado pelos mesmos vieses que normalmente afetam os falíveis seres mortais.

Considerando a diversidade de vieses cognitivos conhecidos, foi selecionado o viés de género para ser estudado. A escolha deste viés teve por base o potencial efeito de *spill over* que esta área pode proporcionar; foi ponderado o atraso relativo que o tema possuiu em áreas cruciais como a segurança, além de se constatar que se nada for feito, as desigualdades tenderão a ser reproduzidas para o mundo digital, mas desta feita com resultados potenciais mais nefastos devido ao efeito multiplicador inerente à inteligência artificial.

Tendo por base o protocolo Prisma, foram identificados 127 artigos em diversas plataformas, tendo em consideração as palavras-chave definidas: *gender-bias; security; machine learning*. Após a definição de critérios de exclusão e a eliminação de resultados repetidos, foi efetuada uma análise bibliométrica no *VOSviewer* às 39 investigações selecionadas. Após se identificarem os mapas de ligações entre os principais autores, também se recorreu ao *Connected papers* para obter mais informação sobre as ligações.

A conjugação dos procedimentos anteriores e ainda a utilização de árvores de palavras com base na proximidade semântica no *Treecloud* permitem sublinhar que: (1) os vieses cognitivos podem existir na aprendizagem máquina devido ao recurso a dados desequilibrados/incompletos para treino; (2) proporcionar um treino com dados equilibrados (também sobre género) a uma rede aumenta a sua resiliência; (3) é possível introduzir algoritmos com atributos *gender sensitive* para mitigar vieses na aprendizagem máquina; (4) existe um *gap* sobre investigações científicas relativamente a vieses de género no campo da segurança.

Formando a livre convicção de que o tema não se esgota com esta investigação, sendo desejável alargar o número de plataformas utilizadas, calibrar as palavras-chave e os critérios de exclusão, afigura-se que este estudo de cariz exploratório pode servir de base para se aumentar o conhecimento sobre estas *drivers* de mudança da gestão da segurança.

## Acknowledgements

This research was developed during the PhD program in Military Science at Instituto Universitário Militar, as part of the PhD thesis: *Integrated approach to gender in gendarmeries*.

## Funding

This research was funded by CINAMIL and the European Commission within the EU programme for education, training, youth, and sports (Erasmus+), grant number 2020-1-PT01-KA203-078544. The APC was funded by the Military Gender Studies project–https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-PT01-KA203- 078544.

## Referências

Allen. D. Charles & Gerras. J. Stephen. (2010). Como Desenvolver Pensadores Criativos e Críticos. *Military Review*. Retirado de https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Portuguese/MilitaryReview_20101031_art006POR.pdf

Beauvoir, S. (1949). *The Second Sex*. Londres: Parshley.

Beck, U. (2015). *Sociedade de risco mundial*. Lisboa: Almedina.

Bordoni, C., & Bauman, Z. (2016). *Estado de Crise*. Lisboa: Relógio D'Água.

Bosque, I. (2018). *Sexismo linguístico y visibilidade de la mujer*. Retirado de https://elpais.com/cultura/2012/03/02/actualidad/1330717685_771121.html

Butt, M., Qayyum, A., Ali, H., Al-Fuqaha, A., & Qadir, J. (2023). Towards secure private and trustworthy human-centric embedded machine learning: An emotion-aware facial recognition case study. *Computers & Security*, https://doi.org/10.1016/j.cose.2022.103058.

Cervantes, J., García-Lamont, F., Rodríguez-Mazahua, L., & Lopez, A. (2020). A comprehensive survey on support vector machine classification: Applications, challenges, and trends. *Neurocomputing* https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.10.118), 189-215.

Charbonneau, É., Lévesque, J., Tchokouagueu, F., Tadjiogue, Y., Tchinda, K., & Mongong, M. (2020). Camouflaged or deserted? A systematic review of empirical military research in public administration. *Asia Pacific Journal of Public Administration*, 10.1080/23276665.2020.1839351.

Damásio, A. (2011). *O Erro de Descartes Emoção, razão e cérebro humano*. Lisboa: Círculo de Leitores.

Domingos, P. (2018). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books, Inc.

Easterby-Smith, M., Thorpe, R., & Jackson, P. (2015). *Management and Business Research 5th Edition*. London: Sage.

Giddens, A. (1990). *The consequences of Modernity*. Combridge: Polity.

Jonathan, Nathan & Joe. (2015). Como Preparar os Militares para a Incerteza. *Military Review*. Retirado de https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Portuguese/MilitaryReview_20150630_art011POR.pdf

Kissinger, H., Schmidt, E., & Huttenlocher, D. (2021). *A era da inteligência artificial*. NY: Dom Quixote.

Ministério da Saúde. (2013). *Guidelines for Surveillance in Job Related Cancer*. Obtido de https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_vigilancia_cancer_relacionado_2ed.pdf

Ninareh, M., Morstatter, F., Saxena, M., Lerman, K., & Lerman, A. (2019). A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning. *ACM Computing Surveys*, https://doi.org/10.1145/3457607.

Organização das Nações Unidas (2023). *Goal 5: Achieve gender equality and empower all women and girls*. Retirado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/gender-equality/

Perez, C. (2019). *Mulheres Invisíveis*. Lisboa: Relógio de Água.

Reddy, C., Sharma, D., Mehri, S., Romero-Soriano, A., Shabanian, A., & Honari, S. (2021). Benchmarking bias mitigation algorithms in representation learning through fairness metrics. *Thirty-fifth Conference on Neural Information Processing Systems Datasets and Benchmarks Track* , 1-25.

Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence a modern approach*. Pearson Education.

Santos, L., & Lima, J. (2019). *Orientaçõesesmetodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação (2.ª ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students 8 th ed*. Harlow: Pearson Education.

World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report*. Retirado de https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/?DAG=3&gclid=EAIaIQobChMI_JzT14Hf_gIVWv1RCh20Qw-kEAAYASAAEgLYsvD_BwE

Wu, B., Chen, J., Cai, D., He, X., & Gu, Q. (2020). Do Wider Neural Networks Really Help Adversarial. *Neural Information Processing Systems*, 1-20.

Zizek, S. (2009). *Violência*. Lisboa: Relógio D'Água.

# Apêndice A – Artigos selecionados

| Título | Autores | Ano |
|---|---|---|
| A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning | Ninareh Mehrabi, Fred Morstatter, N. Saxena, Kristina Lerman, A. Galstyan | 2019 |
| A Generative Approach to Mitigate Bias in Face Matching using Learned Latent Structure | Jamal Alasadi; Ahmed AlHilli; Pradeep K. Atrey; Vivek K. Singh | 2022 |
| Gender Bias in Artificial Intelligence | Enrique Latorre Ruiz & Eulalia Pérez Sedeño | 2023 |
| Gender Differences and Bias in Artificial Intelligence | Valentina Franzoni | 2023 |
| Towards secure private and trustworthy human-centric embedded machine learning: An emotion-aware facial recognition case study | Muhammad Atif Butt a, Adnan Qayyum a, Hassan Ali a, Ala Al-Fuqaha b, Junaid Qadir | 2023 |
| A systematic review of socio-technical gender bias in AI algorithms | Paula Hall, Debbie Ellis | |
| Understanding and Mitigating Gender Bias in Information Retrieval Systems | Amin Bigdeli, Negar Arabzadeh, Shirin Seyedsalehi, Morteza Zihayat & Ebrahim Bagheri | 2023 |
| Analysis Effect of Bias lying in Artificial Intelligence: A Survey | Bangdao Liu, Keyao Wang, Mutian Yang | 2023 |
| Better security through diversity – a personal perspective | Leila Iranmanesh | 2022 |
| Mitigate Gender Bias using Negative Multi-Task Learning | Liyuan Gao, Huixin Zhan, Austin Chen, Victor Sheng | 2022 |
| Dealing with Gender Bias Issues in Data-Algorithmic Processes: A Social-Statistical Perspective | Juliana Castaneda, Assumpta Jover, Laura Calvet, Sergi Yanes, Angel A. Juan, Milagros Sainz | 2022 |
| Peer review and gender bias: A study on 145 scholarly journals | F. Squazzoni, Giangiacomo Bravo, M. Farjam, A. Maruši ć, B. Mehmani, Michael Willis, Aliaksandr Birukou, Pierpaolo Dondio, F. Grimaldo | 2021 |
| No evidence of any systematic bias against manuscripts by women in the peer review process of 145 scholarly journals | F. Squazzoni, Giangiacomo Bravo, Pierpaolo Dondio, M. Farjam, A. Maruši ć, B. Menhami, Michael Willis, Aliaksandr Birukou, F. Grimaldo | 2020 |
| Data and Techniques Used for Analysis of Women Authorship in STEMM: A Review | V. Bhagat | 2019 |
| Championing the Success of Women in Science, Technology, Engineering, Maths, and Medicine | Suw Charman-Anderson, Lauren Kane, Alice Meadows, B. G. Tzovaras, Stacy Konkiel, L. Wheeler | 2017 |
| Measuring the developmental function of peer review: a multi-dimensional, cross-disciplinary analysis of peer review reports from 740 academic journals | D. García-Costa, F. Squazzoni, B. Mehmani, F. Grimaldo | 2021 |
| Gender differences among active reviewers: an investigation based on publons | Lin Zhang, Yuanyuan Shang, Ying Huang, G. Sivertsen | 2022 |
| Mind the (submission) gap: EPSR gender data and female authors publishing perceptions | C. Closa, Catherine Moury, Z. Novakova, M. Qvortrup, Beatriz Ribeiro | 2020 |
| Women Authorship of Scholarly Publications in STEMM: Authorship Puzzle | V. Bhagat | 2019 |
| Gender and international diversity improves equity in peer review | Dakota S. Murray, Kyle Siler, V. Larivière, Wei Mun Chan, Andrew M. Collings, Jennifer Raymond, C. Sugimoto | 2018 |

| Título | Autores | Ano |
|---|---|---|
| Representation of Women in HPC Conferences | Eitan Frachtenberg, Rhody D. Kaner | 2021 |
| How Gendered Is the Peer-Review Process? A Mixed-Design Analysis of Reviewer Feedback | T. König, G. Ropers | 2021 |
| A gender bias in the European Journal of Political Research? | E. Grossman | 2020 |
| Large-scale language analysis of peer review reports | I. Buljan, D. García-Costa, F. Grimaldo, F. Squazzoni, A. Marušić | 2020 |
| Discovering Inclusivity in Remote Sensing: Leaving No One Behind | K. Joyce, C. Nakalembe, Cristina Gómez, G. Suresh, Kate C. Fickas, Meghan Halabisky, M. Kalamandeen, M. Crowley | 2022 |
| Unprofessional peer reviews disproportionately harm underrepresented groups in STEM | N. Silbiger, Amber D. Stubler | 2019 |
| Implementation of the article "Representation of Women in High-Performance Computing Conferences" | Eitan Frachtenberg, Rhody D. Kaner | 2020 |
| Females Are First Authors, Sole Authors, and Reviewers of Entomology Publications Significantly Less Often Than Males | K. A. Walker | 2019 |
| Investigation of potential gender bias in the peer review system at Reproduction | Marie Biolková, T. Moore, K. Schindler, Karl Swann, A. Vail, Lindsay Flook, Helen Dick, G. Fitzharris, C. Price, Norah Spears | 2023 |
| Underrepresentation of women in computer systems research | Eitan Frachtenberg, Rhody D. Kaner | 2022 |
| Gender differences in scientific careers: A large-scale bibliometric analysis | Hanjo D. Boekhout, Inge van der Weijden, L. Waltman | 2021 |
| Gender gap among highly cited researchers, 2014–2021 | Lokman I. Meho | 2022 |
| Gender Differences in Collaboration Patterns in Computer Science | Josh Yamamoto, Eitan Frachtenberg | 2022 |
| Disparities in a Flagship Political Science Journal? Analyzing Publication Patterns in the Journal of Politics, 1939–2019 | Joseph Saraceno | 2020 |
| Gender trends in computer science authorship | Lucy Lu Wang, Gabriel Stanovsky, Luca Weihs, Oren Etzioni | 2019 |
| Gender differences in patterns of authorship do not affect peer review outcomes at an ecology journal | C. Fox, C. S. Burns, Anna D. Muncy, Jennifer A. Meyer | 2016 |
| Analysis of scientific society honors reveals disparities. | Trang T. Le, Daniel S. Himmelstein, Ariel A. Hippen, Matthew R. Gazzara, C. Greene | 2021 |
| Women's representation and experiences in the high performance computing community | A. Frantzana | 2019 |
| A bibliometric approach for detecting the gender gap in computer science | Sandra Mattauch, Katja Lohmann, Frank Hannig, Daniel Lohmann, J. Teich | 2020 |

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

Recebido/Submission: 11/06/2023
Aceitação/Acceptance: 16/08/2023

# Valoración de los niveles de atención en procesos de aprendizaje en el aula basado en medidas morfológicas

Julian Rojas[1], Erika Londoño-Montoya[2], Eduardo Duque[3,4], Lina Jimenez[3], Julian Patiño[3], Leonardo Serna-Guarín[1], Miguel A. Becerra[3]

**miguel.becerra@pascualbravo.edu.co**

[1] Instituto Tecnológico Metropolitano, 050042, Medellín, Colombia

[2] Universidad San Buenaventura, 050010, Medellín, Colombia

[3] Institución Universitaria Pascual Bravo, 050042, Medellín, Colombia

[4] Institución Universitaria ESUMER, 050042, Medellín, Colombia

**Pages: 195-205**

**Resumen:** La atención es uno de los factores más influyentes en el proceso de aprendizaje, pero su valoración en tiempo real es compleja. Existen estrategias para medirla usando visión artificial (VA) como la basada en la postura de los estudiantes en el aula. Sin embargo, esta es un área que demanda más estudios con mayor población en contexto con las dinámicas de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este trabajo, se presenta un estudio del nivel de atención basado en VA usando redes neuronales convolucionales para la identificación postural alcanzando una exactitud del 85%. El sistema se complementa con un sistema de inferencia difuso, el cual establece reglas dadas por expertos considerando los rasgos de postura junto con variables complementarias. La funcionalidad, ventajas y limitaciones del sistema propuesto es demostrada con una muestra de estudiantes seleccionada a conveniencia de un curso de inteligencia artificial a nivel de maestría.

**Palabras-clave:** Aprehensión; desempeño académico; nivel de atención; lógica difusa, visión artificial.

## *Assessment of attention levels in learning processes in the classroom based on morphological measures*

***Abstract:*** Attention is one of the most influential factors in the learning process, but its real-time assessment is complex and subjective. There are strategies to measure it using artificial vision (VA) such as the one based on the posture of the students in the classroom. However, this is an area that requires more studies with a larger population in the context of the dynamics of the teaching-learning processes. In this paper, a VA-based attention level study using convolutional neural networks for postural identification is presented, reaching an accuracy of 85%. The system is complemented by a fuzzy inference system, which establishes rules given by

experts considering posture traits together with complementary variables. The functionality, advantages and limitations of the proposed system is demonstrated with a sample of students selected at the convenience of an artificial intelligence course at the master's level.

***Keywords:*** Apprehension; academic performance; attention level; fuzzy logic; artificial vision.

## 1. Introducción

Los procesos de aprehensión de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula es afectado por múltiples causas entre las que se destaca el nivel de atención el cual es afectado por el ambiente o contexto (ruido auditivo, ruido visual, movimiento, temperatura entre otros) en que se desarrolla el proceso de aprendizaje y de la dinámica cognitiva y emocional intrínseca de cada individuo (Michael I. Posner, 2014) (Raheel etal., 2021). El bajo nivel de atención es considerado una de las principales causas del bajo rendimiento académico de los estudiantes (Picado et al., 2015).

Otro de los factores que han venido afectando los niveles de atención en los procesos de atención son las redes sociales y los dispositivos multimedia que facilitan los procesos multitarea y afectan el nivel de aprehensión de los estudiantes (Spence etal., 2020)(Zimmer, 2022). Es así como uno de los grandes desafíos en los procesos de enseñanza y aprendizaje es establecer ambientes (aulas con niveles de iluminación, ruido auditivo y temperatura controlados) propicios que estimulen la concentración (Monteoliva et al., 2016) (Zhao et al., 2021). Adicionalmente, se considera importante el monitoreo de los estudiantes durante las clases para evaluar los niveles de atención como estrategia para generar ajustes en tiempo real de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula que permitan mantener mayores niveles de atención. Una de las técnicas investigadas recientemente para determinar los niveles de atención es la evaluación de la postura y gestos corporales que los estudiantes realizan, los cuales pueden ser asociadas a distracciones. Este proceso se lleva a cabo por medio de procesamiento de imágenes en las que se evalúan los puntos morfológicos del cuerpo humano (Martis & Balasubramani, 2020).

La literatura reporta varias técnicas de reconocimiento de patrones en imágenes destacándose actualmente las redes neuronales de aprendizaje profundo las cuales son utilizadas en múltiples aplicaciones incluyendo las de visión artificial o procesamiento de imágenes (Diraco et al., 2023; Parraga-Alava et al., 2021). Por otro lado, existen herramientas de procesamiento de imágenes basadas en máquinas de aprendizaje tales como Openpose, Mediapipe, Densepose entre otros, que permiten identificar posturas en los que se incorpora el reconocimiento de estos puntos de interés morfológico. Dentro de estas herramientas se destaca Openpose la cual permite el desarrollo de aplicaciones para la detección de posturas que pueden ser asociadas a momentos de distracción en las aulas (Haghighi etal., 2021). A pesar de las investigaciones realizadas con estas herramientas, la evaluación de los niveles de atención sigue siendo un campo abierto de investigación con múltiples desafíos.

En este trabajo se propone un modelo híbrido (redes neuronales convolucionales y sistema de inferencia difuso tipo Mamdni) para la valoración de los niveles de atención basados en mediciones multisensoriales y morfológicas; con el cual se pretende identificar cuando un estudiante se encuentra distraído, y si esta distracción se debe a la interacción con las condiciones ambientales del momento además de considerar otras variables de contexto que permitan establecer una valoración de los niveles de atención usando un sistema de inferencia difuso basado en reglas. Los resultados demuestran la funcionalidad del modelo propuesto junto con sus ventajas y limitaciones respecto a los sistemas limitados a la identificación de la postura. Los resultados obtenidos en este trabajo alcanzan una exactitud del 85% con base en las redes neuronales convolucionales y superando este resultado al incluir el sistema de inferencia difuso. La base de datos recolectada corresponde a una muestra a conveniencia de un grupo de estudio de maestría en el área de inteligencia artificial.

## 2. Materiales y métodos

La metodología propuesta para la valoración del nivel de atención comprende seis etapas (ver Figura 1) así:

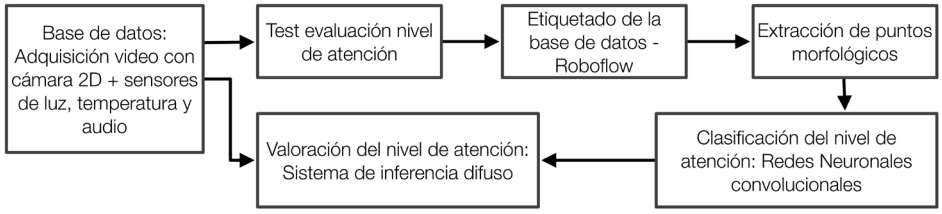
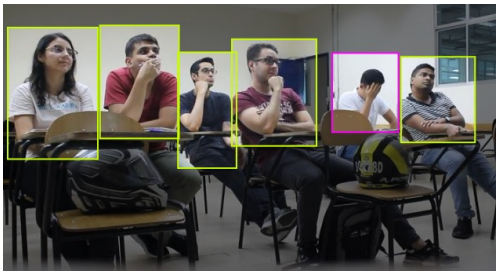


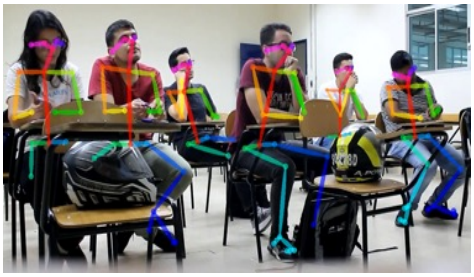

Figura 1 – Procedimiento propuesto

i. Colección de datos: se realiza la recolección de datos usando una cámara 2D para grabación de video del rostro y la postura de los estudiantes durante una clase magistral (20 minutos) de un curso de inteligencia artificial a nivel de maestría de una Universidad de la ciudad Medellín en Colombia. La muestra de estudiantes fue seleccionada conveniencia. A los participantes se les explicó el procedimiento del estudio y firmaron un consentimiento informado. La cámara fue ubicada en la parte frontal del aula con una altura aproximada de 1.5 metros y a una distancia de 80 cm respecto al estudiante más cercano a la pared frontal enfocando la totalidad de los estudiantes. Además, se monitoreó el nivel de iluminación, temperatura y humedad usando un dispositivo basado en los sensores BH1750 y DTH11.
ii. Test de evaluación del nivel de atención: al finalizar la sesión de clase fue aplicado un test a los estudiantes donde se les consultó su nivel de atención (alto o bajo) en diferentes momentos y se observó que la mirada al frente coincidía con un nivel de atención alto en todos los casos.

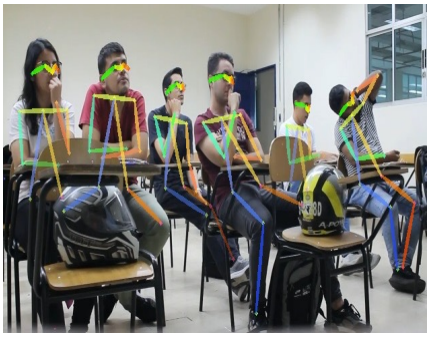
iii. Etiquetado de la base de datos: esta se realizó basada en la posición de la mirada al frente de los estudiantes, donde se le asigna la etiqueta de distraído o atento; usando la herramienta de software Roboflow. El cual permite etiquetar los fotogramas de un video, considerando rangos de tiempo y segmentos de imágenes lo cual permitió detectar y valorar el nivel de atención de cada estudiante como se ilustra en la figura 2a.



a) Etiquetado fotograma - Roboflow



b) Openpose



c) Alphapose



d) Mediapipe

Figura 2 – Etiquetado y extracción de puntos morfológicos usando diferentes toolbox. b) Openpose es una biblioteca de código libre que permite la detección de las poses humanas de varias personas en tiempo real. Este tiene la capacidad de detectar tanto el cuerpo como los pies y las manos. Adicional también detecta los puntos claves faciales en imágenes. En total Openpose detecta 135 puntos morfológicos. c)Alphapose: a diferencia de Openpose, este capta en la postura de varias personas al mismo tiempo. d) Mediapipe: permite la detección de manera segmentada por regiones de interés o completa. Fue desarrollada por Google, pero tiene como desventaja que solo permite el reconocimiento de una persona a la vez.

iv. Se experimentó con diferentes toolbox para la extracción de puntos morfológicos, determinar la postura y detectar puntos claves faciales en imágenes. Los toolbox

con los que se realizaron experimentos (ver figuras 2b,2c y 2d). fueron Openpose (Cao et al., 2021), Alphapose (Fang et al., 2017) y Mediapipe.

v. Identificación de la atención: este proceso fue llevado a cabo usando redes neuronales convolucionales (CNN) (Alzubaidi et al., 2021) usando el toolbox Yolov5 (Babila et al., 2022). La arquitectura de la red neuronal se puede observar en la figura 3.

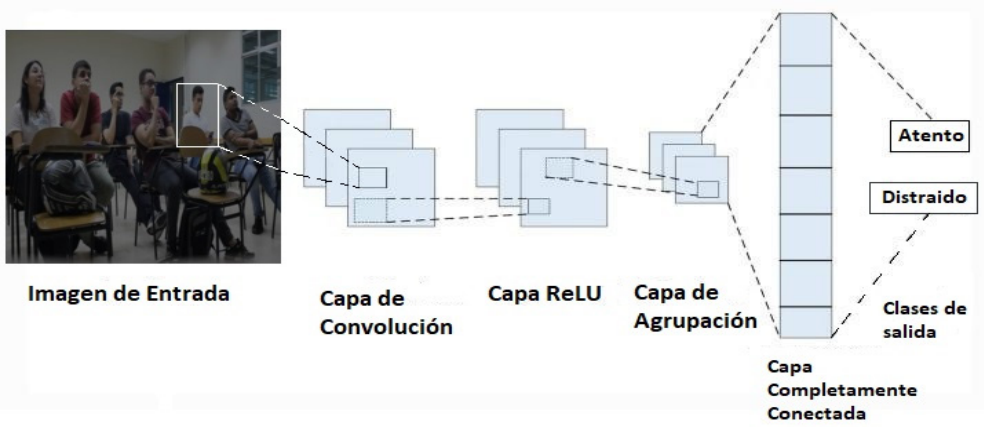



Figura 3 – Arquitectura de la red neuronal convolucional

vi. Sistema de inferencia difuso (FIS) tipo Mamdani: se propone un sistema basado en reglas para valorar el nivel de atención cuantitativamente estableciendo reglas cualitativas a partir de las variables de contexto y la clasificación entregada por las CNN como se ilustra en la figura 4. En la Tabla 1 se presentan la estructura de las reglas establecidas con base en variables cualitativas obtenidas de la fusificación. Para todas las reglas se utilizó el operador lógico *and*. Además, para todas las variables se establecieron 3 conjuntos difusos (Bajo, Medio y alto.) Todas las funciones de membresía eran de tipo trapezoidal con una escala de 0-1 para las entradas y una escala de 0-10 para la salida. A continuación, se presenta una regla como ejemplo:

*if* (nivel_de_iluminación is Bajo) *and* (nivel_de_audio is Bajo) *and* (Nivel_de_ temperatura is Bajo) *and* (Clasificación_de _la_atención-CNN *is* Distraído) *then* (Valoración_nivel_de_atención_ en_contexto is Bajo)

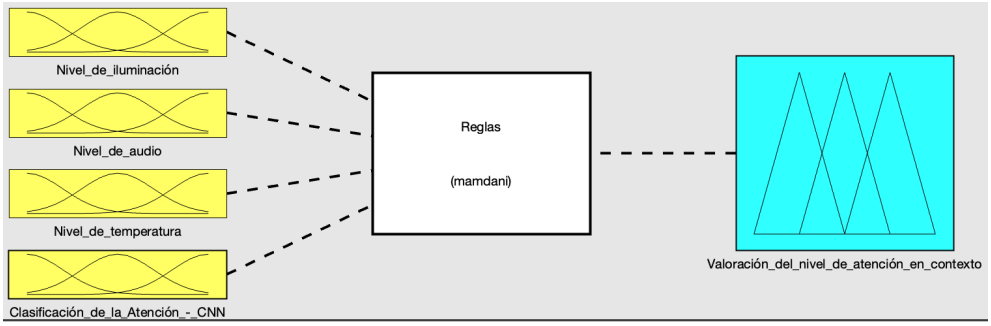



Figura 4 – Arquitectura sistema de inferencia difusa: este sistema cuenta con 4 entradas (nivel de iluminación, nivel de audio, nivel de temperatura y la respuesta binaria entregada por la CNN (Distraido -0 y atento – 1). La salida del FIS entrega en una escala de 0-10 la valoración del nivel de atención.

| Entradas | | | | Salida |
|---|---|---|---|---|
| **Iluminación** | **Audio** | **Temperatura** | **Atención** | **Atención** |
| Bajo | Bajo | Bajo | Distraído | Bajo |
| Medio | Bajo | Bajo | Distraído | Bajo |
| Alto | Bajo | Bajo | Distraído | Bajo |
| . . . | . . . | . . . | . . . | . . . |
| Bajo | Bajo | Bajo | Distraído | Bajo |
| Media | Bajo | Bajo | Atento | Media |
| Media | Bajo | Bajo | Atento | Alta |
| Media | Alto | Alto | Atento | Bajo |
| . . . | . . . | . . . | . . . | . . . |

Tabla 1 – Reglas del FIS propuesto

## 3. Resultados

El proceso de etiquetado de la base de datos permitió obtener 708 fotogramas. Sin embargo, la base de datos obtenida no quedó balanceada (ver figura 5). El porcentaje de fotogramas etiquetado como distraído fue del 40% durante y un 60% para la categoría atento.

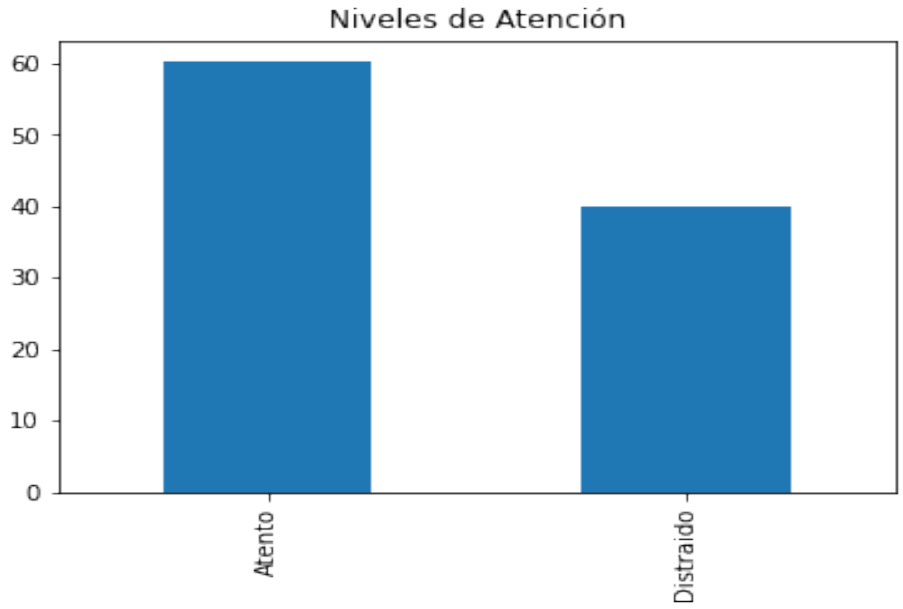



Figura 5 – Porcentajes de manifestación de niveles de atención en la base de datos.

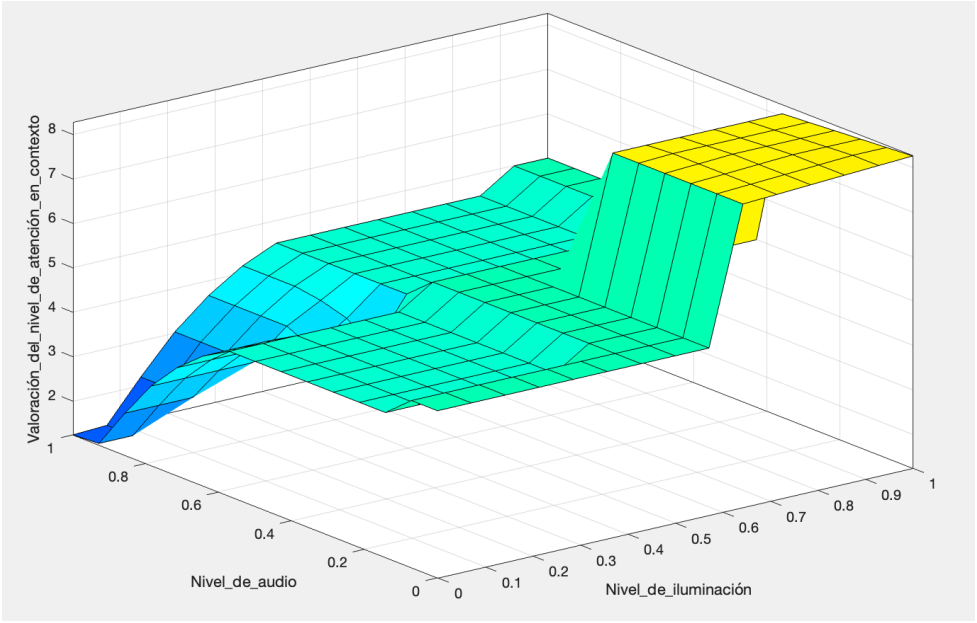



Figura 6 – Diagrama de superficie entregado por el FIS propuesto considerando las variables de entrada de nivel de audio y nivel de iluminación y la salida la valoración del nivel de atención en contexto.

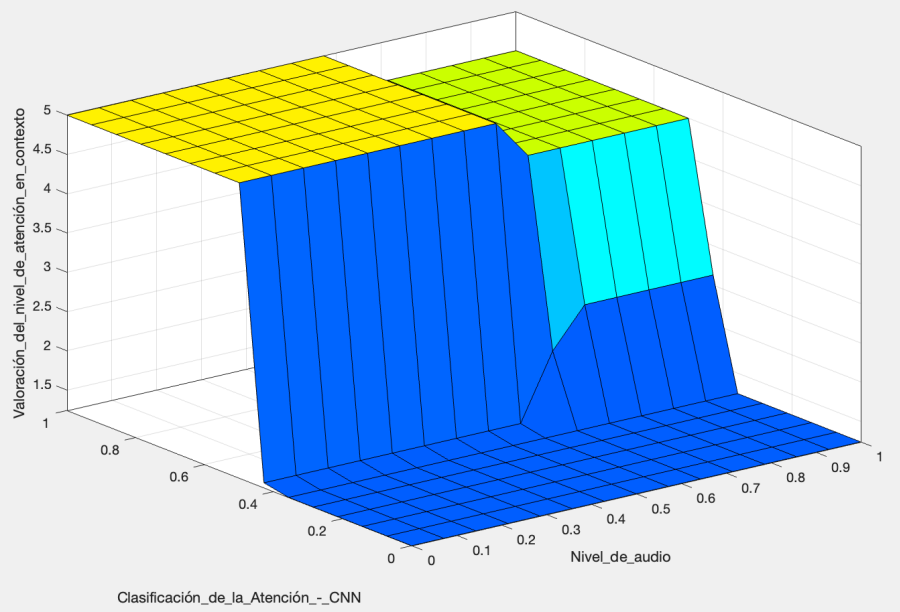



Figura 7 – Diagrama de superficie entregado por el FIS propuesto considerando las variables de entrada de nivel de audio y nivel de atención entregado por la CNN y la salida la valoración del nivel de atención en contexto.

El resultado más alto obtenido en la clasificación con la CNN fue del 85% usando batch de 8 y 150 epochs. En la figura 6 se presenta el diagrama de superficie de la combinación de dos variables de entrada (audio e iluminación) y su respectiva valoración del nivel de atención. Se logra evidenciar la consistencia de los resultados donde a mayor nivel de audio, disminuye el nivel de atención al igual que con el nivel de iluminación. La figura 7 muestra un escenario teniendo como entrada la salida de la CNN y el nivel de audio, observando que el nivel de atención en contexto es cero considerando un nivel de atención menor a 0.5, correspondiente a la fusificación de la categoría distraído, entregada por la CNN.

Adicionalmente, se logra observar que el nivel de atención en contexto presenta un valor máximo cuando el individuo está atento y el nivel de audio es bajo, pero al incrementar el nivel de audio, la valoración del nivel de atención en contexto baja. De igual forma se validaron todas las posibles combinaciones de variables de entradas encontrando consistencia en el FIS propuesto.

## 3. Conclusiones

En este trabajo se presentó un diseño experimental de clasificación binaria (atento - distraído) en un aula durante una clase magistral de 20 minutos de un curso de

inteligencia artificial a nivel de maestría con una muestra de estudiantes seleccionada a conveniencia, la cual fue grabada utilizando una cámara 2D. Se aplicaron diferentes herramientas para la extracción de puntos morfológicos y se utilizaron redes neuronales convolucionales para la construcción del modelo de clasificación demostrando una precisión aceptable pero susceptible de mejorar. Finalmente, se propuso un sistema de Inferencia difuso para la valoración del nivel de atención en una escala de 0 a 10, usando como entradas diferentes variables de contexto junto con los resultados entregados por la CNN, lo cual permite incluir conocimiento de expertos y considerar otras variables que no son establecidas visualmente y que afectan el nivel de atención del estudiante. Como trabajo futuro se propone utilizar una escala de Likert para la valoración del nivel de atención utilizando una base de datos etiquetada más amplia bajo múltiples condiciones de variabilidad de contexto (niveles de ruido auditivo, iluminación, entre otros), variabilidad intrínseca de cada estudiante (Emociones y estímulos, entre otra medidas del contexto del estudiante y su respectiva identificación biométrica (Becerra et al., 2018; Zapata et al., 2017) y con unas clases magistrales experimentales más expresivas que evoquen diferentes niveles de atención bajo la orientación de psicólogos y pedagogos en diferentes ambientes, considerando variables que afectan la aprehensión como el color entre otras descritas en (Peláez-Becerra & Becerra, 2017). Adicionalmente, se propone una prueba para medir los niveles de aprehensión en diferentes momentos expresivos de la clase magistral y trabajar con expertos en pedagogía para la construcción de un sistema de recomendación en tiempo real para dar respuesta a los cambios de niveles de atención de los estudiantes en el aula como estrategia reactiva del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula por parte del docente.

## Referencias

Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al- Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel,M. A., Al-Amidie, M., & Farhan, L. (2021). Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. En Journal of Big Data (Vol. 8, Número 1). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1186/s40537-021- 00444-8

Babila, I. F. E., Villasor, S. A. E., & Cruz, J. C. Dela. (2022). Object Detection for Inventory Stock Counting Using. 18th International Colloquium on Signal Processing & Applications, May, 304–309.

Becerra, M. A., Londoño-Delgado, E., Pelaez-Becerra, S. M., Castro-Ospina, A. E., Mejia-Arboleda, C., Durango, J., & Peluffo-Ordóñez, D. H. (2018). Electroencephalographic Signals and Emotional States for Tactile Pleasantness Classification (pp. 309–316). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01132-1_35

Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y. (2021). OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 43(1), 172–186. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019. 2929257

Diraco, G., Rescio, G., Siciliano, P., & Leone, A. (2023). Review on Human Action Recognition in Smart Living: Sensing Technology, Multimodality, Real-Time Processing, Interoperability, and Resource-Constrained Processing. Sensors, 23(11), 5281. https://doi.org/10.3390/s23115281

Fang, H. S., Xie, S., Tai, Y. W., & Lu, C. (2017). RMPE: Regional Multi-person Pose Estimation. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2017-Octob, 2353– 2362. https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.2 56.

Haghighi, M. S., Sheikhjafari, A., Jolfaei, A., Farivar, F., & Ahmadzadeh, S. (2021). Automation of Recording in Smart Classrooms via Deep Learning and Bayesian Maximum a Posteriori Estimation of Instructor's Pose. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17(4), 2813–2820. https://doi.org/10.1109/TII.2020.301 1688

Martis, J. E., & Balasubramani, R. (2020). Reckoning of Emotions Through Recognition of Posture Features. Journal of Applied Security Research, 15(2), 230-254.https:// doi.org/10.1080/19361610.20 19.1645530

Michael I. Posner, M. K. R. (2014). Attention to Learning of School Subjects1. Trends Neurosci Educ, 23(1), 1–7. https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.02.003.Attention

Monteoliva, J. M., Korzeniowsk, C., Ison, S., Santillán, J., & Pattini, A. (2016). Estudio del desempeño atencional en niños en aulas con diferentes acondicionamientos lumínicos Study of attentional performance in children in classrooms with. Rrevista CES de Psicología, 9.

Parraga-Alava, J., Alcivar-Cevallos, R., Riascos, J. A., & Becerra, M. A. (2021). Aphids Detection on Lemons Leaf Image Using Convolutional Neural Networks. In Advances in Intelligent Systems and Computing: Vol. 1273 AISC. https://doi. org/10.1007/978-3-030-59194-6_2

Peláez-Becerra, S., & Becerra, M. A. (2017). Análisis comparativo de objetos libros como elemento de aprehensión basado en la lectura. Revista ESPACIOS, 38(20).

Picado, A., Valenzuela, D., & Yirley Peralta. (2015). Los medios distractores en el aula de clase. Revista Universidad y Ciencia, UNAN-Managua, 8(13), 51-59. http:// revistauniversidadyciencia.unan.edu.ni/index.php/ruc/article/view/9 8/89

Raheel, A., Majid, M., & Anwar, S.M. (2021). DEAR-MULSEMEDIA: Dataset for emotion analysis and recognition in response to multiple sensorial media. Information Fusion, 65(December 2019), 37–49. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020. 08.007

Spence, A., Beasley, K., Gravenkemper, H., Hoefler, A., Ngo, A., Ortiz, D., & Campisi, J. (2020). Social media use while listening to new material negatively affects short-term memory in college students. Physiology and Behavior, 227(July), 113172. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.202 0.113172

Zapata, J. C., Duque, C. M., Gonzalez, M. E., & Becerra, M. A. (2017). Data Fusion Applied to Biometric Identification – A Review. Advances in Computing and Data Sciences, 721(i), 721–733. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5427-3

Zhao, W., Lestinen, S., Mustakallio, P., Kilpeläinen, S., Jokisalo, J., & Kosonen, R. (2021). Experimental study on thermal environment in a simulated classroom with different air distribution methods. Journal of Building Engineering, 43(April). https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.1 03025

Zimmer, J. C. (2022). Problematic social network use: Its antecedents and impact upon classroom performance. Computers and Education, 177(November 2021), 104368. https://doi.org/10.1016/j.compedu.20 21.104368

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

Recebido/Submission: 14/05/2023
Aceitação/Acceptance: 12/07/2023

# La analítica de datos para la evaluación del impacto de la investigación en Instituciones de Educación Superior

Juan Camilo Giraldo Mejía[1], Fabio Alberto Vargas Aguelo[2], Iván Andrés Delgado[3], Jorge Andrick Parra[4]

**jgiraldo1@tdea.edu.co; fvargas@tdea.edu.co; idelgado@jdc.edu.co; japarra@unab.edu.co**

[1] tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia

[2] tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia

[3] fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja, Colombia

[4] universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia

**Pages: 206-218**

**Resumen:** El impacto de la investigación y la innovación en las Instituciones de Educación Superior, se evalúa desde los resultados y logros alcanzados, que aportan a una trasformación intelectual en el campo de conocimiento especializado y consolidado en los grupos de investigación de los sistemas universitarios. Este impacto se limita en muchas ocasiones a mostrar los resultados propiamente dichos y no los beneficios o efectos de dichos resultados. Este artículo presenta un modelo de analítica de datos para evaluar el impacto de la investigación y la innovación en Instituciones de Educación Superior. Lo anterior soportado en experiencias dadas en la literatura con respecto a la utilización de la analítica y la evaluación del impacto de la investigación en diferentes ámbitos de la Educación Superior. Además de las buenas prácticas que relaciona la metodología para proyectos de Minería de Datos CRISP-DM. La articulación de estos elementos permite conocer las principales variables e indicadores que se deben evaluar, dada la necesidad de conocer la contribución e impacto generados del ejercicio investigativo al desarrollo socioeconómico, tecnológico y curricular de la comunidad interna y externa de las IES.

**Palabras-clave:** *Analítica de datos; CRISP-DM; Impacto en la investigación; indicadores; Minería de datos*

### *Good practices for the development of sustainable software*

***Abstract:*** The impact of research and innovation in higher education institutions is evaluated based on the results and achievements. All of them bring an intellectual transformation in any specialized field of study, which is consolidated in research groups connected to the different university systems. In some cases, this impact is oriented to show the expected research outcomes rather than showing the benefits of effects of such results. This article presents an analytical model of data used to evaluate the impact of research and innovation on higher education

institutions. This is grounded on the experiences published in literature related to the use of analytic, and the evaluation of the impact of research on different areas in higher education. In addition to the good practices carried out for data mining project methodology, the articulation of these elements allows to know the main variables and indicators that must be evaluated, due to the need to know about the contribution and impact derived of the investigative exercise that is realized in the socioeconomic, technological and curricular in internal and external communities in Higher Education Institutions.

***Keywords:*** Data analytics; CRISP-DM; Impact on research; indicators; data mining.

## 1. Introducción

Evaluar el impacto de la investigación y la innovación es una tarea de gran dificultad para muchos proyectos y programas que se adelantan en Instituciones de Educación Superior, ya que, en muchas ocasiones, se evalúa desde los resultados y no desde los beneficios y el aporte a la trasformación intelectual que se puede generar.

Este artículo presenta un modelo de analítica de datos para evaluar el impacto de la investigación y la innovación en Instituciones de Educación Superior, mediante la articulación del proceso investigativo con las fases de la metodología CRISP-DM. Permitiendo conocer las principales variables e indicadores a evaluar, referentes con la contribución e impacto generados del ejercicio investigativo al desarrollo socioeconómico, tecnológico y curricular de la comunidad interna y externa de las Instituciones de Educación Superior (IES). Lo anterior se respalda en experiencias dadas en la literatura con respecto a la utilización de la analítica y la evaluación del impacto de la investigación en diferentes ámbitos de la Educación Superior. Además de la buena práctica que relaciona la metodología para proyectos de Minería de Datos CRISP-DM.

El artículo se estructura de la siguiente forma, en la primera parte se presenta el estado de la cuestión con respecto a las experiencias en analítica de datos y la evaluación del impacto de la investigación en procesos asociados a la Educación Superior; en la segunda parte se presenta la metodología, soportada en CRISDM; La tercera parte despliega el modelo propuesto y su evaluación; Por ultimo las conclusiones.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Revisión de literatura

#### A. Analítica de Datos

(Nguyen, Gardner, & Sherid, 2020) recogen la importancia del análisis de datos en la educación superior, tanto desde el componente pedagogico como desde los procesos adminstrativos. Las metodologías y los procesos que sustentan el análisis de datos en la educación superior han dado lugar a términos distintivos y altamente correlacionados como *Learning Analytics* (LA), *Academic Analytics* (AA) y *Educational Data Mining* (EDM). (Shah, 2022). presenta cómo el análisis descriptivo, predictivo, prescriptivo, decisivo y básico y la recopilación de datos influyen en los procesos de toma de decisiones

a nivel de liderazgo ejecutivo de las universidades estatales en términos de retención de estudiantes, tasas de graduación y algunos procesos administrativos y de gestión. (Ong, 2016) describe que las IES dependen en gran medida de los datos para tomar decisiones críticas y estratégicas. Las universidades recopilan y rastrean más datos de estudiantes que antes, desde la admisión hasta el egreso, datos de la inscripción, de registro de cursos, asistencia, aprendizaje en línea, rendimiento, actividades extracurriculares, datos de prácticas y de empleabilidad. Plantea la necesidad de emprender proyectos de analítica y big data. El estudio lo respalda con el análisis de 11 Universidades del Reino Unido, que vienen implementando proyectos en estas áreas (University of Central Lancashire, University of Bolton, Universi-ty of East London, University of Sheffield, University of Durham, University of Glasgow, University of Manchester, Liverpool University, Open University, Univer-sity of Bedfordshire, University of Huddersfield). (Carreño, Mero, & Blanco, 2019) presentan un estudio alrededor del empleo de sistemas de inteligencia de negocios para la visualización y análisis eficiente de información en las organizaciones. Como conclusión refieren que estos sistemas tienen la capacidad de extraer conocimiento a partir de fuentes de datos y que mediante su empleo se garantiza la toma de decisiones efectivas al brindar información precisa, detallada y oportuna en tiempo real; además, generar pronósticos y reportes analíticos, lo que hace que se facilite y perfeccione la labor de los responsables. (Combita Niño, &, Morales Ortega, 2017). plantean un marco de gobierno para la aplicación y mantenimiento de una estrategia de inteligencia de negocio y analítica de datos, aplicado en la problemática de deserción estudiantil, con el fin de fortalecer la permanencia académica en Instituciones de Educación Superior de manera proactiva. Lo anterior a través de proyectos de analítica y asegurando que estos estén alineados a la visión y políticas estratégicas de la universidad.

**B. Impacto de la Investigación**

Para (El Assafiri-Ojeda et al., 2020) se hace necesario considerar el rol que viene cumpliendo la investigación, como proceso misional, en el plano de la educación superior y su engranaje con los restantes procesos de las IES. Adicionalmente impactar de manera efectiva en la docencia, el trabajo social, la extensión y los sistemas productivos (Torrado, Cardona, & Casallas, 2020). La evaluación del impacto de la investigación debe realizarse antes, durante y después del cierre de un proyecto. Lo anterior mediante la identificación de indicadores construidos en conjunto con los actores y expertos que intervinieron en el ciclo de vida del proyecto, así como con la población beneficiaria. (Romero Fernández, González, &, Latorre, 2020) realiza un diagnóstico con 16 universidades, donde evidencian que no todas las instituciones tienen identificados y clasificados sus procesos investigativos y además, que no siempre se evalúa el impacto de la investigación y los mecanismos empleados permiten tener una valoración objetiva del desempeño de la investigación.

(Carpenter, Cone, &, Sarli, 2014) plantean que las medidas tradicionales para cuantificar la productividad basadas en "recuentos" (número de publicaciones, número de citas, etc.) son insuficientes para cumplir con las crecientes demandas de responsabilidad y valor. Sugieren el uso de bases de datos sofisticadas y herramientas de software que proporcionen información sobre la productividad y el impacto de la investigación, usando métricas para cuantificar el impacto en la difusión del conocimiento. (Penfield, Baker, Scoble & Wykes, 2014). Proponen que el desarrollo de herramientas tecnológicas

y sistemas de información para ayudar con la evaluación de impacto de la investigación en Instituciones de educación superior serían muy valiosas y sugiere que los sistemas no se centren en registrar información, sino que permitan capturar cualquier interacción entre investigadores, la institución y las partes interesadas externas y vincular estos con los resultados de la investigación. (Guisado, CabreraII & Cor,2010) especifican que tradicionalmente, el impacto científico del desarrollo investigativo se ha evaluado sobre la base de los resultados de la actividad científica y tecnológica, y se ha utilizado el análisis de los niveles de citación que reciben los trabajos científicos. El impacto de la investigación denota un campo aún en formación, que adolece de metodologías lo suficientemente consolidadas a nivel internacional para su medición. (Corrales & Pacheco, 2018) plantean que se debe medir el impacto de la investigación porque las instituciones educativas son y deben ser generadoras permanentes de propiedad intelectual, conocimiento y recursos humanos, que impacten en los sectores educativo, científico, económico y social. Es necesario la determinación del impacto socioproductivo y tecnológico de las investigaciones realizadas por estudiantes y profesores de las diferentes carreras ofertadas en Educación superior, tanto a nivel de pregrado como de postgrado, ya que esto ayudará a crear estrategias e instrumentos que se puedan utilizar y continuar aplicando para conocer el impacto en el entorno de las investigaciones realizadas, el cual sirva como referente para toma de decisiones en la mejora de la calidad y gestión de los procesos académicos y políticas de investigación e innovación.

### 2.2. Metodología

Para el desarrollo del modelo se tuvo en cuenta las etapas del proceso de Investigación que inician con convocatorias internas y externas de proyectos, y finaliza con la evaluación de indicadores a partir de producción investigativa. Tomando de estas los conceptos, fundamentos, y buenas practicas; para articularlos con los elementos que relaciona cada una de la fases de la metodología CRISP-DM, la cual es un estándar de procesos analíticos aplicado por más de 200 organizaciones en el contexto internacional. Permite realizar análisis de datos, a partir de modelos dimensionales siguiendo sus seis fases o etapas, los cuales facilitan la integración de datos, y el acceso a la información a partir de indicadores clave de proceso (Acosta & Acosta, 2019). La caracterización del proceso de investigación permitió conocer el alcance de sus actividades, elementos, y componentes, concretamente se identifican las **dimensiones** que nutren el proceso, y los **escenarios** en los que se desarrolla y evalúa el mismo.

Una vez identificadas las dimensiones, y escenarios del proceso de Investigación, se establecieron los **indicadores** que permiten conocer su estado, y el **impacto** desde el alcance nacional e internacional; Se realizó la articulación de los componentes de investigación establecidos, con las fases de la metodología CRISPDM. La metodología CRISP-DM, indica seis etapas, en la primera se permite la caracterización del negocio o de la organización que relaciona el proceso donde se encuentran las actividades y datos para analizar. Además, se deja claridad de los indicadores y propósitos del análisis de datos a realizar. La segunda etapa permite identificar los datos necesarios para dar respuesta a los indicadores. La etapa 3 indica la preparación de dichos datos, aplicando técnicas de transformación y representación de datos. En la etapa 4 se implementan técnicas, para generar modelos de Inteligencia de Negocios. En la etapa 5 se realiza la evaluación del modelo de inteligencia de negocios obtenido, realizando una verificación

entre resultados y propósitos trazados en la etapa 1. Finalmente, en la etapa 6, se realiza el despliegue del modelo obtenido, a partir de un plan de monitoreo y ejecución.

### A. Proceso de Investigación

Las actividades del proceso están enmarcas en: Llamado a convocatorias internas y externas de proyectos (formulación de propuestas de investigación), Evaluación de propuestas de investigación, aval y autorización para ejecución de proyectos, Monitoreo, control, y seguimiento de proyectos, Generación de productos de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación y apropiación social del conocimiento, registro, monitoreo, y evaluación de indicadores a partir de producción investigativa.

### B. Elementos de Investigación

El modelo está conformado por los elementos: dimensión, escenario, indicador e impacto; cada uno de ellos con caracteristicas especificas.

**Dimensión**, contiene la información relacionada con los proyectos de investigación, investigadores, producción investigativa y de innovación, aportes a la formación, reconocimientos, citaciones, regulaciones y políticas. **Escenario**, relaciona los espacios necesarios para desarrollar la investigación. Escenarios entendidos como organizaciones, e Instituciones de Educación Superior; esto visto desde la articulación con la Extensión, y el contexto nacional e internacional. **Indicador**, este elemento relaciona los indicadores, cuyo propósito es dar a conocer el estado del proceso de investigación e innovación desde las diferentes dimensiones. **Impacto**, presenta la contribución y trasformación intelectual al campo de conocimiento especializado, derivada de la investigación, a partir de los reconocimientos que tienen los egresados de los programas de posgrado, con sus contribuciones derivadas de la investigación, los aportes desde la investigación con innovación a la sociedad y el sector productivo, la apropiación del nuevo conocimiento por parte de la comunidad académica y científica y el reconocimiento de la investigación.

### C. Análisis de Datos

Con el propósito de conocer el estado e impacto del proceso de investigación a partir del análisis de datos, se requiere desarrollar una serie de tareas incorporadas en un conjunto de pasos específicos, indicados en el flujo de la figura 1.

**Proceso de investigación**, se especifican los propósitos u objetivos del análisis, y los indicadores del proceso. **Fuente de datos de investigación**, en esta etapa se identifican las fuentes de datos de investigación (bases de datos) de los indicadores del estado e impacto del proceso de Investigación**. Consolidación de datos de investigación**, para facilitar la gestión de la información de investigación, es necesario la implementación de un esquema de datos para el procesamiento analítico OLAP, modelo estrella (bodega de datos). **Minería de datos de investigación**, a partir de los datos disponibles en las diferentes fuentes de información se obtendrá un modelo de Clustering, que indicará los grupos(clúster) más relevantes asociadas con las dimensiones y escenarios de investigación. **Estado del proceso de investigación**, con el modelo de agrupamiento obtenido se identifican los valores para cada indicador,

y a partir del análisis de los datos (evaluación) se determina el estado de la investigación. **Contribución de la investigación**, A partir de los resultados de la evaluación de los indicadores, y con una escala de medición establecida se determina el impacto de la investigación.

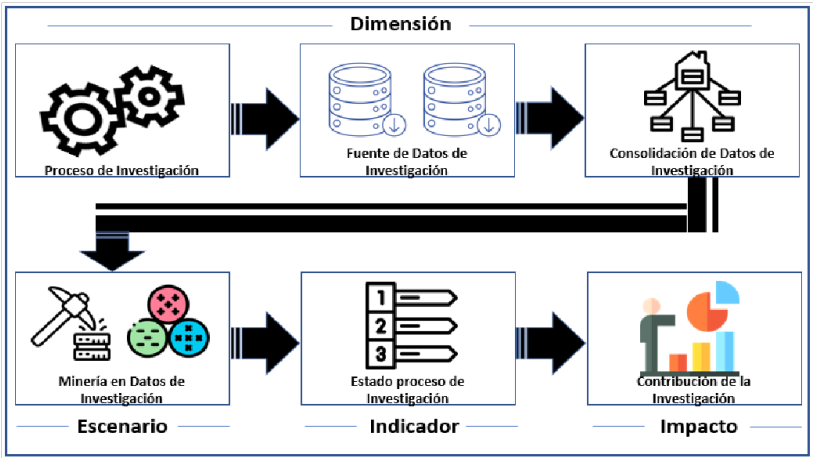



Figura 1 – Tareas -análisis de datos de investigación
Fuente (Elaboración propia)

## 3. Resultados

Articulación de la metodología CRISP-DM con los elementos de investigación propuestos.

En la figura 2, se presenta la articulación de los componentes de investigación con las fases de la metodología CRISP-DM.




Figura 2 – Fases de Investigación y Crisp-dm
Fuente (Elaboración Propia)

### 3.1. Componente Dimensión- Fase I Contexto del Negocio

El desarrollo del modelo se soporta con la información del proceso de investigación de una Institución de Educación Superior. Los indicadores seleccionados para la aplicación del modelo son: investigadores que tienen articulación con el sector productivo; proyectos de investigación relacionados con la industria; patentes y registros; micro currículos enriquecidos a partir de productos resultados de investigación; reconocimientos otorgados; proyectos de investigación articulados con IES; productos (artículos, capítulos de libro) citados; regulaciones y/o políticas creadas o en desarrollo; generación de nuevos conocimientos y transferencia, al servicio de la sociedad en el alcance local, nacional, e internacional.

### 3.2. Componente Dimensión- Fase II y III Entendimiento y preparación de los datos

Bases de Datos de: investigadores articulados con el sector productivo, proyectos de investigación articulados con otras IES y con la industria, productos de nuevo conocimiento indexados y citados, productos de desarrollo tecnológico (patentes y registros), reconocimientos, regulaciones y/o políticas y fortalecimiento de micro currículos. A partir de las diferentes fuentes de datos se realiza el diseño del esquema estrella, modelo dimensional que contiene los atributos y métricas para los indicadores de estado del proceso, que determinan el nivel de impacto de la investigación.

Test mode: evaluate on training data.
=== Clustering model (full training set) === kMeans

Number of iterations: 2
Within cluster sum of squared errors: 0.0
Missing values globally replaced with mean/mode.
Final cluster centroids:

| Clúster# | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Attribute | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Año | 2021 | 2018 | 2020 | 2019 |
| Total_Investigador_Magister_Doctor_Industria | 34 | 22 | 32 | 28 |
| Total_ProyectosInvestiga_Industria_IES | 14 | 8 | 11 | 12 |
| Total_Docentes_IndiceH_Scopus_Otros-% | 75 | 60 | 73 | 68 |
| Total_Publicaciones_Citadas-% | 77 | 58 | 75 | 66 |
| Total_Patentes/registros/otros | 15 | 10 | 17 | 13 |
| Total_Micros_Enriquecidos | 15 | 12 | 14 | 14 |
| Total_reconocimientos | 10 | 6 | 8 | 7 |
| Total_Politicas_Normas_Otros | 5 | 4 | 2 | 4 |
| Proyectos_Extension_ApoyoInvestiga-% | 27 | 20 | 25 | 26 |
| Productos_Coautoria_Internacional | 50 | 38 | 44 | 36 |
| Total_Innovaciones_Empresariales | 12 | 12 | 10 | 11 |
| Total_CreacionProgramas_Maestria_Doctorado | 3 | 2 | 2 | 1 |

=== Model and evaluation on training set ===

Tabla 1 – Modelo de Minería de Datos- Clúster

### 3.3. Componente Escenario- Fase IV Modelado

La tabla 1 presenta el modelo de Minería de Datos obtenido. El modelo presenta 4 Clúster, que presentan las métricas (indicadores) y los valores (datos consolidados) de cuatro (4) periodos anuales. Para cada clúster, en cada una de las métricas se agruparon los valores consolidados más significativos, con características similares respecto a similitud.

### 3.4. Análisis general de Clúster

El Clúster 0, es el que presenta menor dispersión de datos, es decir más homogéneos, y sus datos corresponden al periodo anual 2021. Seguido en el orden de similitud de datos, el Clúster 1 con los datos del año 2018, luego el Clúster 3 que presenta los datos consolidados y agrupados del periodo anual 2019, y finalmente el Clúster 2 con los datos del año 2020, Véase la figura 3.

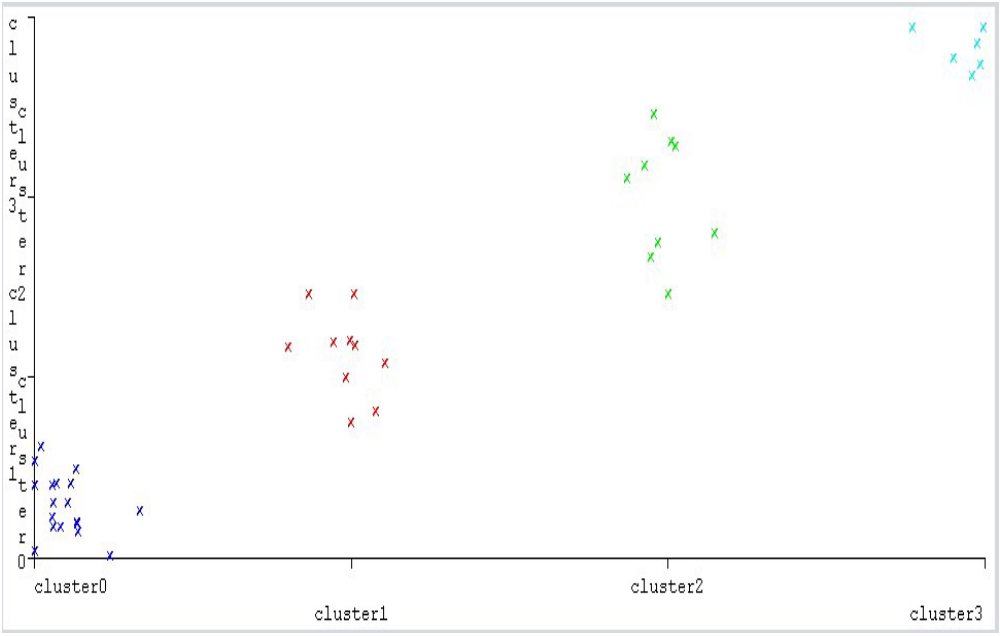



Figura 3 – Diagrama de dispersión- datos en Clúster
Fuente (Elaboración Propia)

### 3.5. Componente Indicador - Fase V Evaluación Medición de los clústeres

La tabla 2 presenta las métricas, y la meta anual establecida para cada una de ellas. Además, se establecen las reglas y estados; para medir el comportamiento de cada uno de los indicadores a partir de sus valores consolidados.

| **Convenciones: Meta (M), Ideal (I), Alerta (A), Critic** | | **o (C)** | **Clúster** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Métrica (Indicador) | M | Regla y Esta<br>I A | do<br>C | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Total_Investigador_Magister_Doct or_Industria | 30 | >0 and <=1<br>>15 and <=2<br>>=30: I | C<br>9: A | | | | |
| Total_ProyectosInvestiga_Industri a_IES | 10 | >0 and <=5 : C<br>>5 and <=9: A<br>>=10: I | | | | | |
| Total_Docentes_IndiceH_Scopus_ Otros-% | 70% | >0 and <=35: C<br>>35 and <=69: A<br>>=70: I | | | | | |
| Total_Publicaciones_Citadas-% | 70% | >0 and <=35: C<br>>35 and <=69: A<br>>=70: I | | | | | |
| Total_Patentes/registros/otros | 15 | >0 and <=7: C<br>>7 and <=14: A<br>>=15: I | | | | | |
| Total_Micros_Enriquecidos | 10% | >0 and <=5 : C<br>>5 and <=9: A<br>>=10: I | | | | | |
| Total_reconocimientos | 8 | >0 and <=4: C<br>>4 and <=7: A<br>>=8: I | | | | | |
| Total_Politicas_Normas_Otros | 3 | >0 and <=1 : C<br>> 1 and <=2 A<br>>=3: I | | | | | |
| Proyectos_Extension_ApoyoInvest iga-% | 25% | >0 and <=12: C<br>>12 and <=24: A<br>>=25: I | | | | | |
| Productos_Coautoria_Internacion al | 40 | >0 and <=20: C<br>>20 and <=39: A<br>>=40: I | | | | | |
| Total_Innovaciones_Empresariale s | 10 | >0 and <=5: C<br>>5 and <=9: A<br>>=10: I | | | | | |

| Convenciones: Meta (M), Ideal (I), Alerta (A), Critic | | o (C) | Clúster |
|---|---|---|---|
| Total_CreacionProgramas_Maestria_Doctorado | 3 | >0 and <=1: C | |
| | | >1 and <=2: A | |
| | | >=3: I | |

Tabla 2 – Análisis de Clúster

El clúster cero (0) con los valores del periodo anual 2021, es el que mejor comportamiento presenta respecto al estado de sus valores. Todos (100%) de los indicadores presentan estado ideal. Para el clúster 1 del año 2018, el 75% de los indicadores presenta estado alerta, lo que indica que solo el 25% se encuentra en estado ideal. En el caso del clúster 2 con los valores del periodo anual 2020, el 83,3 % de los indicadores presenta estado ideal, y el 16,7 estado alerta. El clúster 3 correspondiente a los valores del año 2019, indica que el 50% de sus indicadores se encuentra en estado alerta, el 41.7% se encuentra en estado ideal, y el 8.3% presenta estado crítico.

## 3.6. Nivel de impacto en la investigación

El comportamiento de los Clúster refleja un crecimiento positivo desde el año 2018 hasta el 2021, resaltando que en los periodos anuales de 2020 y 2021 los porcentajes son más significativos para cada una de las métricas que relacionen el proceso de investigación.

Para la organización el nivel de impacto de los indicadores está estrechamente relacionado con el cumplimiento total o parcial de las metas establecidas en el plan de desarrollo de la IES y el plan de acción del proceso de investigación. En la Tabla 3 y 4 se presentan la escala de medición del impacto y los resultados para cada clúster.

| Regla | Impacto |
|---|---|
| >=0% and <=50% | Bajo |
| >50% and <=70% | Medio |
| >70% and <=90% | Alto |
| >90 | Muy alto |

Fuente (Elaboración Propia)

Tabla 3 – Medición del Impacto de Investigación

| Clúster | Periodo | Porcentaje | Nivel de Impacto |
|---|---|---|---|
| 0 | 2021 | 100% | Muy alto |
| 1 | 2018 | 25% | Bajo |
| 2 | 2020 | 83,3% | Alto |
| 3 | 2019 | 41.7% | Bajo |

Fuente (Elaboración Propia)

Tabla 4 – Medición del impacto a partir de los Cluster

### 3.7. Componente Impacto - Fase VI Despliegue

El nivel de impacto muy alto obtenido se ve reflejado con los siguientes logros para cada una de las métricas. Vinculación de investigadores doctorales y magister en la industria: Logro del reconocimiento de los egresados de programas de Maestría y Doctorado por parte del sector productivo, que reflejen las capacidades y cualidades académicas y científicas en beneficio del desarrollo de la región y el País.

Investigación colaborativa con la industria y otras IES: El trabajo conjunto con entidades nacionales e internacionales, para el desarrollo de proyectos de investigación e innovación, facilita la consecución de recursos, equipos y laboratorios, que permiten la generación de productos de investigación de alto impacto.

Productos en Coautoría internacional: Generación de productos de nuevo conocimiento de alto impacto en coautoría internacional, facilita la socialización del conocimiento en diferentes comunidades de carácter global.

Innovación de procesos y empresarial: Como resultado del desarrollo tecnológico y la innovación, los grupos de investigación y los investigadores participan en los cambios de la forma de ejecutar una tarea en una organización.

Patentes concedidas: Generación de productos de desarrollo tecnológico e innovación, registrados y concedidas como activos de propiedad intelectual (Patentes, registros, licencias, secretos etc..) y que permitan su apropiación por parte de la comunidad académica, científica y productiva.

Política gubernamental: La generación de normas o regulaciones nacionales e internacionales, que son aplicables diferentes ámbitos de la sociedad, tanto a nivel regional, nacional e internacional.

Ajustes curriculares y participación de los grupos y sus resultados en los procesos formativos: Los resultados generados desde el proceso de investigación, deben permitir una actualización permanente en los componentes formativos de los diferentes programas académicos en las IES. Estos resultados deben ser un insumo para que los comités curriculares o quien haga sus veces actualicen los diferentes micro currículos e incorporan actividades.

Creación o modificación de programas de maestría y Doctorado: El Desarrollo y consolidación de las líneas de investigación de los grupos, permite la creación o actualización de propuestas formativas a nivel de postgrado (Maestría y doctorado), que favorecen la comunidad interna y externa.

Reconocimiento del Desarrollo investigativo: Los resultados que se obtienen del proceso investigativo, relacionado con la generación de nuevo conocimiento, el desarrollo tecnológico y de innovación y la apropiación de nuevo conocimiento, debe permitir un reconocimiento a nivel nacional e internacional, por diferentes entidades de carácter público y privado.

Citación de la producción investigativa y de los docentes investigadores a nivel institucional: Medir el nivel de citación de los investigadores, en función de la cantidad de citas que han recibido sus artículos científicos, que refleja la trasferencia del conocimiento.

## 4. Conclusiones

La revisión de literatura permitió contextualizar y caracterizar el concepto de investigación en la educación superior, y la relación con el impacto esperado a partir de los productos y actividades generadas del ejercicio investigativo. De igual forma facilito identificar las oportunidades que se tienen al aplicar la Inteligencia de Negocios para conocer el estado de los indicadores del proceso de investigación en instituciones de educación superior, y proponer modelos que apoyen la toma de decisiones cuando se requiere desplegar planes de mejoramiento, que contienen recomendaciones para mantener articulada la academia con el sector productivo, buscando permanentemente la calidad.

La implementación del modelo de Minería de Datos permitió conocer el comportamiento de los datos relacionados con los resultados de investigación en cuatro periodos anuales de tiempo. Indicando el periodo más significativo respecto al impacto que ha generado la producción y la dinámica de los investigadores en el contexto social, industrial, e institucional.

Los resultados del análisis de clústeres permiten identificar que la institución viene en crecimiento permanente, y su articulación con otras IES es notorio, además de la participación y aporte de los investigadores.

## Referencias

Nguyen, A. Gardner, L. &, Sherid, D. (2020). “Data analytics in higher education: An integrated view”, Journal of Information Systems Education, 31(1), 61,

Shah, T.H. (2022). “Big data analytics in higher education”. Research Anthology on Big Data Analytics, Architectures, and Applications, 1275-1293.

Ong, V.K. (2016). “Business intelligence and big data analytics for higher education: Cases from UK higher education institutions”, in Information Engineering Express.

Carreño, E.J.M. Mero, K. & Blanco, Y.C. (2019). “Empleo de sistemas de inteligencia de negocio para la visualización y análisis eficiente de información en las organizaciones”, in Revista Publicando.

Combita Niño, H.A. &, Morales Ortega, R.C. (2017). “Marco de gobierno en inteligencia de negocios para el eje estratégico de permanencia estudiantil en la Universidad de la Costa”, Master’s thesis, Universidad Del Norte.

El Assafiri-Ojeda, Y. Y. E. Medina-Nogueira, Y.E. Medina-León, A. Nogueira-Rivera, D. & Medina-Nogueira, D. (2020). “Gestión del conocimiento en la Universidad de Matanzas: alineación del proceso docente educativo y la actividad extracurricular”. Revista Cubana de Educación Superior, 39(2), 1-20.

Torrado, L.C. Cardona, N.A. & Casallas, N.E.C. (2020). Impacto de la investigación dentro del proceso de formación profesional. Cultura Educación y Sociedad, 11(2), 145-160.

Romero Fernández, A. Alfonso González, I. &, Latorre Tapia, L.F. (2020). "Indicadores de gestión para medir el desempeño del proceso de investigación en las universidades ecuatorianas", Conrado, 16(75), 334-340.

Carpenter, C.R. Cone, D.C. &, Sarli. C.C. (2014). "Using publication metrics to highlight academic productivity and research impact", in Academic emergency medicine.

Penfield, T. Baker, M.J. Scoble, R. & Wykes, M.C. (2014). "Assessment, evaluations, and definitions of research impact: A review". Research evaluation.

Guisado, Y.M. CabreraII, F.M.S. & Cor, J.N. (2010). "Approaches to social impact of science, technology and innovation", Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED), 21(2).

Corrales, A.V.D. & Pacheco, M.E.P. (2018). Indicadores de impacto en la investigación científica. Revista científica de FAREM-Estelí, (25), 60-66.

Acosta, L.A. & Acosta, M.A. (2019). "Implementación de Inteligencia de Negocios Basada En Un Data Warehouse en el Sector Financiero", Huánuco, in Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

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

Recebido/Submission: 05/06/2023
Aceitação/Acceptance: 13/08/2023

# Implementación de la tecnología blockchain: Un análisis de sus aplicaciones y beneficios en la seguridad y eficiencia de la transferencia de datos

Sergio Andrés Alba Sanguino[1], Eduar Bayona Ibanez[2], Dewar Rico-Bautista[1]

**saalbas@ufpso.edu.co; ebayonai@ufpso.edu.co; dwricob@ufpso.edu.co**

[1] Grupo de ingeniería en innovación, tecnología y emprendimiento (GRIITEM). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ocaña, Colombia.

[2] Grupo de ingeniería en Ciencias y Tecnología (GRUCITE). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ocaña, Colombia.

**Pages: 219-228**

**Resumen:** La blockchain es una tecnología relativamente nueva, la cual desde sus inicios fue incorporada al mundo financiero más concretamente a las criptodivisas, pero, gracias a su crecimiento y constante desarrollo sus aplicaciones han ido más allá hasta llegar a industrias como la cadena de suministros, la gobernanza y la administración de identidades entre otros. Todo esto por sus fortalezas en la seguridad, privacidad, integridad de datos y eficiencia en su transferencia. Gracias a esta evaluación y al auge exponencial que ha tenido en los últimos años, se posiciona como una gran alternativa para entrar a las redes de computadores, más específicamente en la capa 2 del modelo OSI "Capa de enlace de datos" con el fin de abarcar problemas como los denominados spoofing, replay, flooding y MITM. En este artículo se realiza una revisión de literatura donde se exponen más a detalle los usos que se le ha dado a esta tecnología en la capa de enlace de datos, los desafíos técnicos, de implementación y legales, y, la soluciones que a lo largo de estos años se han ido presentando para dar resolver estos obstáculos.

**Palabras-clave:** Blockchain; Desafios; Modelo-OSI; Privacidad Seguridad.

## *Implementation of technology blockchain: An analysis of its applications and benefits in terms of security and efficiency of data transfer*

***Abstract:*** The blockchain is a relatively new technology, which since its inception was incorporated into the financial world more specifically to cryptocurrencies, but, thanks to its growth and constant development its applications have gone beyond to reach industries such as supply chain, governance, and identity management among others. All this because of its strengths in security, privacy, data integrity and efficiency in its transfer. Thanks to this evaluation and the exponential boom it has had in recent years, it is positioned as a great alternative to enter computer networks, more specifically in layer 2 of the OSI model "Data Link Layer" to cover problems such as the so-called spoofing, replay, flooding and MITM. In this article

a review of the literature is carried out where the uses that have been given to this technology in the data link layer, the technical, implementation and legal challenges, and the solutions that have been presented over the years to solve these obstacles are exposed in more detail.

***Keywords:*** Blockchain; Challenges; Model-OSI; Privacy; Security.

## 1. Introducción

Las nuevas tecnologías se han ido tomando el mundo a pasos agigantados, el auge y la cobertura que van obteniendo es de crecimiento exponencial, pues cada vez son más las múltiples aplicaciones y versatilidad de uso que brindan. La tecnología Blockchain es relativamente nueva, que, desde sus inicios ha generado gran impacto en el mundo digital por sus numerosas aplicaciones (Underwood, 2016), gracias a su esencia de red "peer-to-peer" con una columna vertebral criptografía que hace inmutable e inalterable la información que ahí se deposite (Bashir, 2018) y (Küsters & Müller, 2017). Dichas características son factores altamente codiciados para la resolución de problemáticas donde la transparencia, fiabilidad, integridad y persistencia de los datos son de vital importancia, que, de otra manera, dejaría en entredicho operaciones, resultados o soluciones ahí planteadas.

En esencia blockchain es un gran libro abierto, donde todos pueden escribir y leer, pero nadie puede actualizar ni borrar.

Fue incorporada inicialmente en el ámbito financiero como pilar de las criptodivisas (Nakamoto, 2009) que, desde entonces su crecimiento y constante desarrollo le ha permitido hacer parte de diferentes industrias como (Nikonov, 2017): En la cadena de suministro (Kshetri, 2018), gobernanza (Ølnes, 2016), atención médica y administración de identidades (Reid & Harrigan, 2013), entre otros (Christidis & Devetsikiotis, 2016).

La implementación de la tecnología blockchain en la capa 2 del modelo OSI "capa de enlace de datos" proporciona un gran número de beneficios, como la mejora en la seguridad, privacidad y la eficiencia en la transferencia de datos, los cuales son unas de las principales preocupaciones en el canje de información en las redes de computadores (Lin & Liao, 2017), (Barrientos-Avendaño et al., 2019; Lobo & Rico-Bautista, 2012; Rico-Bautista et al., 2008). Al hacer un acercamiento se encuentra con problemas como los ataques de suplantación (spoofing) y envenenamiento de direcciones, ataques de repetición (replay), ataques de inundación (flooding) y ataques man-in-the-middle (MITM). Por lo que, al hacer una incorporación de la tecnología blockchain, se obtendría transparencia, integridad y autenticidad (Balduzzi et al., 2014), (Zohar, 2015).

No obstante, el uso de dicha tecnología en la capa 2 del modelo OSI representa desafíos técnicos, de implantación y legales. A continuación, se expone la revisión de literatura realizada para analizar los avances que existen en cuanto a la incorporación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI y sus aplicaciones en la seguridad y eficiencia de la transferencia de datos.

## 2. Metodología

Para llevar a cabo la revisión de literatura primero se definieron una serie de preguntas a las cuales se pretendía dar respuesta con los análisis hechos a los artículos, proyecto y libros (Rico-Bautista, 2019; Rico-Bautista et al., 2021; Rico-Bautista, Maestre-Gongora, et al., 2020; Rico-Bautista, Medina-Cardenas, et al., 2020).

Las preguntas de revisión de literatura planteadas son la siguientes:

1. ¿Qué medidas específicas se han implementado para mejorar la seguridad y eficiencia de la transferencia de datos en la capa 2 del modelo OSI mediante la blockchain y qué desafíos presenta?
2. ¿Cómo se han abordado los desafíos técnicos y prácticos asociados con la implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI?
3. ¿Qué oportunidades y beneficios ofrece la implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI en términos de transparencia, integridad y autenticidad de los datos, y cómo se pueden aprovechar estas ventajas para mejorar la gestión de datos?
4. ¿Cuáles son los posibles riesgos y desafíos legales y regulatorios asociados con la implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI, como la privacidad de los datos y la responsabilidad legal?

Para la revisión sistemática de literatura con el fin de dar respuesta a las preguntas planteadas anteriormente, se realizó una identificación y definición de palabras clave las cuales engloban de la manera pertinente y concreta el tema que es objeto de estudio y las preguntas de investigación ya definidas, ver Tabla 1. Las cuales fueron usada en la creación de la cadena de búsqueda para las bases de datos digitales, que a su vez son de vital importancia para la comprensión adecuada del presente escrito.

| Style Name | Format |
|---|---|
| *P1* | Blockchain |
| *P2* | OSI-model |
| *P3* | Security |
| *P4* | Transfer |
| *P5* | Data |

Tabla 1 – Palabras claves y sus definiciones

Haciendo uso de los operadores booleanos se armó la cadena de búsqueda con las anteriores palabras, la cual se presenta a continuación:

*(blockchain **and** osi-model **and** securuty **and** transfer **and** data)*

Posterior se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos científicos, proyectos y libros de investigación relacionados con la implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI, utilizando bases de datos académicas confiables como Scopus, IEEE, ACM y ScienceDirect, para lo cual se definieron palabras clave que permitieron hacer dichas

búsquedas, las palabras clave son: Blockchain, Smart Contracts, Modelo OSI, Encale de datos, Switching, redes y telecomunicaciones.

Se identificaron y analizaron los artículos más relevantes para abordar las preguntas de revisión de literatura planteadas. La metodología de revisión de literatura se centró en la identificación de las medidas específicas implementadas, los desafíos técnicos y prácticos abordados, las oportunidades y beneficios, así como los posibles riesgos y desafíos legales y regulatorios asociados con la implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI.

## 3. Resultados

### 3.1. Medidas específicas implementadas y los desafíos que representan

La implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI se ha venido dando mediante la utilización de sus compuestos principales de manera separada, pero que se encuentra muy presente. Como es el caso de la encriptación de extremo a extremo (Merkle, 1988), donde se utiliza para garantizar que las partes se encuentran autorizadas a acceder los recursos que solicitan (Swan, 2015). La incorporación de la criptografía simétrica (Merkle, 1988) garantiza el intercambio de claves públicas y privadas para prevalecer la integridad y la persistencia de los datos (Lamport et al., 1982).

Los principales desafíos a los que se podría enfrentar la implementación de esta tecnología en la capa de enlace de datos son:

- Escalabilidad, esto debido a la limitación en el número de transacciones que se pueden realizar en periodos determinados de tiempo, peor para ellos ya se está trabajando en soluciones como sharding o sidechains.
- Latencia, el tiempo necesario para resolver los algoritmos de consenso para validar las transacciones puede aumentar la latencia en la transmisión de información (Baird, 2018).
- Consumo energético, resolver los algoritmos de consenso como PoW requiere de un procesamiento elevado por lo que se necesita gran energía para mantener funcionando dichos dispositivos (Krause & Tolaymat, 2018).

Estos desafíos se traducen en altos costos en tiempo y recursos para su implementación, agregando también la posible incompatibilidad entre los sistemas preexistentes en el mercado, o con sistemas que no adopten dichas tecnologías como métodos de autorización y seguridad (Croman et al., 2016).

### 3.2. Abordando desafíos técnicos y prácticos:

Para abordar los desafíos técnicos y prácticos mencionados anteriormente, los cuales están asociados con la implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI, se han propuesto soluciones para mejorar la escalabilidad, la implementación de protocolos de consenso más eficientes y la optimización de la infraestructura y los recursos de red (Pustišek & Kos, 2018).

Una de estas soluciones que permite mejorar la escalabilidad es la implementación del denominado "concepto de canales de estado", incorporador en Lightning Network el cual permite un mayor número de transacciones de Bitcoin sin tener la necesidad que cada una de ellas sea registrada en la cadena de bloques principal (Poon & Dryja, 2016). Al lograr hacer uso de este concepto apoyado por algoritmos de consenso alternativos como el Proof-of-Stake (PoS) propuesto y analizado en el proyecto Ethereum 2.0 (Buterin, 2020), (Wood, 2022) se lograría disminuir el consumo energético pues la red es más eficiente en cada proceso y por ende se obtiene una reducción altamente notable en la latencia lo que llevaría a una velocidad de transferencia más alta de lo que se esperaría (Yu et al., 2020).

Además, se han desarrollado frameworks y herramientas para facilitar la implementación y el mantenimiento de la blockchain en diferentes entornos y aplicaciones (Zheng et al., 2017), ver Tabla 2.

| Año | Evento | Descripción |
|---|---|---|
| *2009* | Proof of Work (PoW) | Bitcoin crea el algoritmo de consenso donde se resuelven problemas matemáticos complejos por los mineros (Antonopoulos, 2014). |
| *2012* | Algoritmo de consenso Ripple (RPCA) | Ripple crea el algoritmo de consenso Ripple (RPCA) que permite transacciones más rápitas y con consumo más bajo de energía (Schwartz et al., 2018). |
| *2015* | Ethereum y Contratos inteligentes | Ethereum introduce los contratos inteligentes que permiten la creación de aplicaciones descentralizadas en diferentes industrias (Buterin, 2020). |
| *2016* | Consorcios Blockchain | Aparición de R3 Corda y Hyperledger Fabric que permiten soluciones blockchain privadas y personalizadas (Brown et al., 2016). |
| *2018* | Sharding859* | Ethereum propone esta solución para aumentar la capacidad de procesamiento de la red (Luu et al., 2016). |
| *2019* | Canales de estado | Soluciones que permiten transacciones más rápidas y de menor costo (Bartoletti et al., 2017). |
| *2021* | Almacenamiento distribuido | Almacenamiento descentralizado y seguro basado en blockchain (Benet, 2014). |

Tabla 2 – Desarrollo de soluciones a los desafíos técnicos

### 3.3. Oportunidades y beneficios

La implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI ofrece oportunidades y beneficios en términos de transparencia, integridad y autenticidad de los datos. Estos beneficios pueden aprovecharse para mejorar la gestión de datos y reducir los costos en áreas como la ciberseguridad, la detección y prevención de fraudes, y la protección de la privacidad de los usuarios (Casino et al., 2019). Una de las principales características de

la blockchain que daría grandes beneficios son los métodos de autenticación (Lamport, 1981), ya que, al estar basados en criptografía y tener una base descentralizada se garantiza que solo las partes autorizadas tendrán acceso a los recursos específicos.

Otro punto fuerte es la resiliencia de los datos, pues al ser de naturaleza distribuida se hace poco vulnerable a los fallos o taques facilitando también así la recuperación de información gracias a que se encuentran en múltiples nodos. Esto con la garantía de inmutabilidad que nos garantiza este tipo de tecnologías.

Al contar con una operación en tiempo real se pueden incorporar algoritmos de análisis y monitoreo que permitan la identificación de patrones y tendencias logrando así hacer un direccionamiento eficiente de los recursos de la red como la asignación del ancho de banda, la asignación de recursos de almacenamiento y la reconfiguración de nodos, o la distribución de la información agregando un balanceo de cargar y optimización del enrutamiento mejorando la eficiencia y reduciendo una posible congestión.

### 3.4. Riesgos y desafíos legales y regulatorios

A pesar de los beneficios y oportunidades que ofrece la implementación de la blockchain en la capa 2 del modelo OSI, también existen riesgos y desafíos legales y regulatorios que deben abordarse. Algunos de estos riesgos y desafíos incluyen la privacidad de los datos, la propiedad intelectual y la responsabilidad legal. Al ser una tecnología relativamente nueva, con un mercado aun en desarrollo pues los procesos legislativos o regulatorios aplicables son escasos o prácticamente nulos en algunos países o regiones (Radziwill, 2018).

Para abordar estos riesgos y desafíos, se han propuesto enfoques como el uso de tecnologías de preservación de la privacidad y la implementación de marcos legales y regulatorios adecuados para garantizar la protección y privacidad de los datos con conformidad a las leyes aplicables ya existentes, como en el caso de Colombia que serían: La ley estatutaria 1581 del 2012 donde se regula el derecho fundamental de habeas data y se establecen los principios, derechos y deberes para el tratamiento de datos, la resolución 0448 del 2022 donde opta las políticas de seguridad y privacidad de la información, la resolución 924 del 2020 que actualiza las políticas de tratamiento de datos personales, y el artículo 15 de la constitución política donde se reconoce el derecho a la intimidad, el habeas data y al buen nombre (Bonneau et al., 2015).

## 4. Conclusiones

La revisión de literatura realizada en este artículo demuestra que existen diversos desafíos técnicos y de implementación presentes en la adopción de las tecnologías blockchain para la capa de enlace de datos, como los problemas de escalabilidad, latencia y consumo energético. Esto debido a que es una tecnología resiente que aún se encuentra en desarrollo con el fin de llegar a sus mejores capacidades, pero, aun así, se logró evidenciar que hay avances significativos como el “concepto de canales de estado” implementados en Lightning Network y los algoritmos de consenso alternativos como el Proof-of-Stake (PoS) propuesto y analizado en el proyecto Ethereum 2.0.

Otro de los grandes desafíos a sortear son los marcos legales y regulatorios, en donde se determinó que la legislación específica para este tipo de implementaciones es casi nula, lo que genera huecos legales y posibles problemas de integración con otras tecnologías que si están reguladas. La solución más razonable determinada gracias la revisión de literatura es la adopción de las leyes existentes en materia de políticas de seguridad y tratamiento de datos con es el caso de las mencionadas de la legislación colombiana.

Por último, las ventajas y beneficios que conlleva esta unión son de grandes proporciones en diferentes parámetros, pues los problemas técnicos y legales ya cuentan con soluciones parciales que permiten el desarrollo de pruebas piloto para ir ganando campo y adquiriendo nuevos conocimientos sobre el área, pero, la tecnología blockchain no se encuentra en la etapa adecuada para hacer una incorporación a gran escala en la capa 2 del modelo OSI.

## Referencias

Antonopoulos, A. M. (2014). Mastering Bitcoin Unlocking Digital Cryptocurrencies. In *O'Reilly Media, Inc.* (Vol. 9, Issue 1).

Baird, L. (2018). The swirlds hashgraph consensus algorithm: fair, fast, byzantine fault tolerance. In *Swirlds Tech Report* (Vol. 01).

Balduzzi, M., Pasta, A., & Wilhoit, K. (2014). A security evaluation of AIS automated identification system. *ACM International Conference Proceeding Series*, *2014-Decem*(December), 436–445. https://doi.org/10.1145/2664243.2664257

Barrientos-Avendaño, E., Rico-Bautista, D., Coronel-Rojas, L. A., & Cuesta-Quintero, F. R. (2019). Smart farm: Defining of infrastructure based on internet of things, IpV6 and software defined networks [Granja inteligente: Definición de infraestructura basada en internet de las cosas, IpV6 y redes definidas por software]. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *E17*, 183–197. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061174873&partnerID=40&md5=ac38dc2b5b0d67edae2c307fe67f26e3

Bartoletti, M., Lande, S., Pompianu, L., & Bracciali, A. (2017, December 11). A general framework for blockchain analytics. *SERIAL 2017 - 1st Workshop on Scalable and Resilient Infrastructures for Distributed Ledgers*. https://doi.org/10.1145/3152824.3152831

Bashir, I. (2018). Mastering Blockchain - Second Edition. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Issue 2).

Benet, J. (2014). *IPFS - Content Addressed, Versioned, P2P File System*.

Bonneau, J., Miller, A., Clark, J., Narayanan, A., Kroll, J. A., & Felten, E. W. (2015). SoK: Research perspectives and challenges for bitcoin and cryptocurrencies. *Proceedings - IEEE Symposium on Security and Privacy*, 104–121. https://doi.org/10.1109/SP.2015.14

Brown, R. G., Carlyle, J., Grigg, I., & Hearn, M. (2016). *Corda: An Introduction*.

Buterin, V. (2020). Ethereum Whitepaper | Ethereum.org. *Ethereum.Org*, 1–41.

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, *36*, 55–81. https://doi.org/10.1016/J.TELE.2018.11.006

Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, *4*, 2292–2303. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339

Croman, K., Decker, C., Eyal, I., Gencer, A. E., Juels, A., Kosba, A., Miller, A., Saxena, P., Shi, E., Sirer, E. G., Song, D., & Wattenhofer, R. (2016). On scaling decentralized blockchains. *Lecture Notes in Computer Science*, *9604*, 106–125. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53357-4_8

Krause, M. J., & Tolaymat, T. (2018). Quantification of energy and carbon costs for mining cryptocurrencies. *Nature Sustainability*, *1*(11), 711–718. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0152-7

Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, *39*, 80–89. https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2017.12.005

Küsters, R., & Müller, J. (2017). Cryptographic security analysis of E-voting systems: Achievements, misconceptions, and limitations. *Lecture Notes in Computer Science*, *10615 LNCS*, 21–41. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68687-5_2/COVER

Lamport, L. (1981). Password Authentication with Insecure Communication. *Communications of the ACM*, *24*(11), 770–772. https://doi.org/10.1145/358790.358797

Lamport, L., Shostak, R., & Pease, M. (1982). The Byzantine Generals Problem. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, *4*(3), 382–401. https://doi.org/10.1145/357172.357176

Lin, I.-C., & Liao, T.-C. (2017). A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges. *International Journal of Network Security*, *19*(5), 653–659. https://doi.org/10.6633/IJNS.201709.19(5).01

Lobo, J., & Rico-Bautista, Dewar. (2012). Implementación de la seguridad del protocolo de internet versión 6. *Gerencia Tecnológica Informática*, *11*(29), 35–46. https://biblat.unam.mx/es/revista/gerencia-tecnologica-informatica/articulo/implementacion-de-la-seguridad-del-protocolo-de-internet-version-6

Luu, L., Narayanan, V., Zheng, C., Baweja, K., Gilbert, S., & Saxena, P. (2016). A secure sharding protocol for open blockchains. *Proceedings of the ACM Conference on Computer and Communications Security*, 17–30. https://doi.org/10.1145/2976749.2978389

Merkle, R. C. (1988). A digital signature based on a conventional encryption function. *Lecture Notes in Computer Science*, *293*, 369–378. https://doi.org/10.1007/3-540-48184-2_32/COVER

Nakamoto, Satoshi. (2009). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3977007

Nikonov, A. V. (2017). Generation of testing actions for electronic packages. *Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics)*, *2017-Novem*, 1–9. https://doi.org/10.1109/DYNAMICS.2017.8239490

Ølnes, S. (2016). Beyond Bitcoin enabling smart government using blockchain technology. *Lecture Notes in Computer Science*, *9820*, 253–264. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44421-5_20

Poon, J., & Dryja, T. (2016). *The Bitcoin Lightning Network: Scalable Off-Chain Instant Payments*.

Pustišek, M., & Kos, A. (2018). Approaches to Front-End IoT Application Development for the Ethereum Blockchain. *Procedia Computer Science*, *129*, 410–419. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.03.017

Radziwill, N. (2018). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World. *Quality Management Journal*, *25*(1), 64–65. https://doi.org/10.1080/10686967.2018.1404373

Reid, F., & Harrigan, M. (2013). An analysis of anonymity in the bitcoin system. *Security and Privacy in Social Networks*, 197–223. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4139-7_10/COVER

Rico-Bautista, D. (2019). Conceptual framework for smart university. *Journal of Physics: Conference Series*.

Rico-Bautista, D., Guerrero, C. D., Collazos, C. A., Maestre-Góngora, G., Hurtado-Alegría, J. A., Medina-Cárdenas, Y., & Swaminathan, J. (2021). Smart University: a vision of technology adoption. *Revista Colombiana de Computación*, *22*(1), 44–55. https://doi.org/10.29375/25392115.4153

Rico-Bautista, D., Maestre-Gongora, G., & Guerrero, C. D. (2020). Smart University:IoT adoption model. *2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4)*, 821–826. https://doi.org/10.1109/WorldS450073.2020.9210369

Rico-Bautista, D., Medina-Cardenas, Y., Areniz-Arevalo, Y., Barrientos-Avendano, E., Maestre-Gongora, G., & Guerrero, C. D. (2020). Smart University: Big Data adoption model. *2020 9th International Conference On Software Process Improvement (CIMPS)*, 52–60. https://doi.org/10.1109/CIMPS52057.2020.9390151

Rico-Bautista, Dewar., Medina-Cárdenas, Y., & Santos Jaimes, L. M. (2008). Ipsec de Ipv6 en la universidad de Pamplona. *Scientia Et Technica*, *2*(39), 320–325. https://doi.org/10.22517/23447214.3239

Schwartz, D., Youngs, N., & Britto, A. (2018). *The Ripple Protocol Consensus Algorithm*.

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy* (Vol. 55, Issue 6). O'Reilly Media, Inc.

Underwood, S. (2016). Blockchain beyond bitcoin. *Communications of the ACM*, *59*(11), 15–17. https://doi.org/10.1145/2994581

Wood, G. (2022). Ethereum: a secure decentralised generalised transaction ledger. *Ethereum Project Yellow Paper*, 1–41.

Yu, X. L., Al-Bataineh, O., Lo, D., & Roychoudhury, A. (2020). Smart Contract Repair. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, *29*(4), 1–32. https://doi.org/10.1145/3402450

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends. *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 557–564. https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85

Zohar, A. (2015). Bitcoin: Under the hood. In *Communications of the ACM* (Vol. 58, Issue 9, pp. 104–113). ACM PUB27 New York, NY, USA. https://doi.org/10.1145/2701411

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

Recebido/Submission: 12/06/2023
Aceitação/Acceptance: 03/08/2023

# Innovación de proceso para el desarrollo de plataformas tecnológicas de enseñanza virtual a nivel empresarial: elementos básicos para su concepción

David Alberto García-Arango[1], Arles Yaid Ramírez-Duque[2], Melissa Córdoba-Molina[3], Camilo Andrés Echeverri-Gutiérrez[4]

**investigacion@administrativemc.com; aramirez@q10.com; mcordoba@q10.com; presidencia@amyc.com.co**

[1] AM&C, Carrera 7 # 23 SUR 94 CA 4, 055422, Envigado, Colombia

[2] Q10 S.A.S, Calle 51 # 81B - 22 Calasanz, 050035, Medellín, Colombia

[3] Q10 S.A.S, Calle 51 # 81B – 22 Calasanz, 050035, Medellín, Colombia

[4] AM&C, Carrera 7 # 23 SUR 94 CA 4, 055422, Envigado, Colombia

**Pages: 229-240**

**Resumen:** Las necesidades de formación actual identifican las Tecnologías Digitales como medios para potenciar las dimensiones social y comunitaria inherentes al proceso de aprendizaje – enseñanza. Es así como se hace necesaria la innovación continua en el sector empresarial de quienes desarrollan soluciones en este campo. Este artículo presenta los aspectos asociados a la innovación de proceso en una empresa de desarrollo de software, identificando los resultados de aplicación para proyectos de educación virtual y gestión académico-administrativa. Se dará a conocer el alcance, así como los elementos teóricos, metodológicos y requerimientos de infraestructura tecnológica para la innovación de proceso. Con la inclusión de esta innovación de proceso se generarán plataformas de integración de software académico para educación virtual y gestión académico-administrativa que sean mucho más ágiles, eficientes y robustas, resolviendo de forma ágil y holística las dificultades de integración de sistemas que se podrían generar de tal forma que se obtengan productos que aporten significativamente en el sector educativo.

**Palabras-clave:** innovación de proceso; plataformas tecnológicas; educación; sistema de gestión de aprendizaje

## *Process innovation for the development of technological platforms for virtual teaching at the business level: basic elements for its conception*

***Abstract:*** Current training needs identify Digital Technologies as means to enhance the social and community dimensions inherent in the learning-teaching process. This is why continuous innovation is necessary in the business sector of those who develop solutions in this field. This article presents the aspects associated with process innovation in a software development company, identifying the application results for virtual education projects and academic-administrative management.

The scope will be disclosed, as well as the theoretical and methodological elements and technological infrastructure requirements for process innovation. With the inclusion of this process innovation, academic software integration platforms for virtual education and academic-administrative management will be generated that are much more agile, efficient, and robust, resolving system integration difficulties in an agile and holistic way, in such a manner that products significantly contribute to the educational sector.

***Keywords:*** process innovation; technological platforms; education; learning management systems

## 1. Introducción

En la sociedad del conocimiento la función principal de la tecnología conforma un espacio de construcción e intercambio de experiencias y buenas prácticas, en tanto las Tecnologías Digitales posibilitan la conexión de las personas que pretenden interactuar, colaborar, cooperar y aprender en red. Las Instituciones de Educación tienen muchos procesos de negocio que necesitan interrelacionarse efectivamente (Reijers, Mans, & van der Toorn, 2009).

Respecto a la gestión del cambio, la modificación de sus productos educativos que corresponden a los procesos de negocio de las Instituciones de Educación se convierte en un ejercicio complejo en la búsqueda continua de ubicar las políticas aplicables o la implementación técnica que afecta a estos procesos. Esta situación se ha hecho más visible con la crisis sanitaria por covid-19.

Cientos de cambios en los procesos de negocio de las Instituciones de Educación o de generación de nuevas políticas pueden desencadenar fácilmente en miles de ajustes en las labores de gestión curricular, de adaptación de los módulos académicos o de ajuste a las dinámicas de los entornos virtuales de aprendizaje y la ardua labor de hacer éstos ajustes a menudo es afrontada sin un medio para encontrar exactamente en qué parte del plan de estudios o del desarrollo del sistema de información deben llevarse a cabo los cambios, los cuales por ese mismo desconocimiento o esa carencia de los medios adecuados conllevan a la pérdida de tiempo y efectividad en las soluciones, llevando indefectiblemente a más costos en los procesos de elicitación y comprensión de las nuevas exigencias así como en reprocesos a nivel de la implementación de las soluciones.

Los sistemas de información tradicionalmente han sido creados para una organización, un área de esta o un tipo de actividades. Por lo tanto, su enunciación, diseño, implementación y evaluación se ha abordado desde una única perspectiva. Los nuevos requisitos al interior de las organizaciones educativas y entre las mismas de procesamiento de datos e información y comunicaciones causan muchas desviaciones de la situación original o anterior y obligan a adaptarse. Los sistemas de información interorganizacionales son sistemas mediante los cuales las entidades, organizaciones o unidades organizativas independientes (educativas, en nuestro caso) se comunicarán por transferencia de datos de la memoria de una computadora a otra. Se puede ver claramente que estos sistemas necesitan diferente gestión, desarrollo y prácticas en uso de las de los sistemas ordinarios organizacionales. La información educativa es de índole variada y aglomera procesos que en su esencia son de alta complejidad y que, aunque

tienen relaciones entre sí, son de naturaleza muy diferente atendiendo al fin último de la formación del estudiante como producto final.

Como ejemplos de información que se deben relacionar, Barcos (2008, pág. 211) menciona los siguientes: i. Datos demográficos e información sobre determinantes sociales, culturales, económicos y ambientales de la educación; ii. Datos de alumnos atendidos, ingresantes, ingresantes efectivos, regulares, perfiles de ingreso y graduación, movilidad, retención, desgranamiento y similares; iii. Resultados provenientes de evaluaciones y estadísticas de todo tipo, iv. Datos del personal docente, de investigación, extensión y transferencia y datos del personal no docente en cantidad, calidad, dedicación, niveles de capacitación, edad, sexo, antigüedad, entre otros.; v. Características de los planes y programas de estudio de pregrado, grado, postgrado y doctorados; vi. Poblaciones atendidas y no atendidas; vii. Presupuestos, costos, estructuras patrimoniales y proyecciones económicas y financieras; viii. Edificios y recursos materiales de diverso tipo y, en su caso, con sus respectivos inventarios; ix. Acciones complementarias a la función docente.

En el marco de lo anterior y atendiendo a la definición propuesta por el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación (2018) en su documento de tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación, se comprende como innovación de proceso, aquella cuyo "principal objeto es la introducción de nuevos procesos para la producción de un producto o prestación de un servicio nuevo o significativamente mejorado, es decir que modifican componentes del proceso para mejorar el desempeño del proceso en términos de reducción de costos e incremento de la capacidad. La principal diferencia entre una Innovación de proceso y una de producto es que la primera está enfocada en el mejoramiento de la forma como se realiza el producto mientas que la segunda está enfocada en el mejoramiento de las características del producto". (pág. 36)

En el presente escrito se mencionan y relacionan las acciones llevadas a cabo para la innovación de proceso por parte una empresa desarrolladora de Medellín. Esta innovación está orientada hacia la integración de los procesos de las áreas de producción, soporte y gestión de proyectos en el marco de la implementación de metodologías ágiles en consideración con la filosofía DevOps, con lo cual se mejorarán los productos y servicios de software orientados hacia la gestión académico-administrativa y educación virtual posibilitando la reducción de tiempos de respuesta frente a las necesidades de los clientes, mejoras en la calidad de los productos, mejoras en la flexibilidad del proceso de producción, incrementos de la capacidad de producción, internacionalización de la organización y en general la optimización de un proceso.

Lo anterior se puede justificar en el sentido en que se introducirá una metodología ágil Scrum con su consecuente consideración en la filosofía DevOps, como base para la consolidación de una arquitectura empresarial tecnológica sólida que posibilite la inserción de la empresa Q10 Soluciones S.A.S. en la cuarta revolución industrial. Así lo indica el informe "una nueva Colombia y la cuarta revolución industrial" donde se menciona la importancia de trabajar "en estrecha colaboración con instituciones académicas y gubernamentales para incentivar el establecimiento de colaboraciones multiinstitucionales que apoyen estratégicamente el desarrollo de tecnologías específicas. El corazón y el motor de la innovación es la fuerza de las ciencias básicas aplicadas

que se integran en un marco traslacional para escalar tecnologías de alto impacto a la industria". (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020, pág. 77)

En el marco de lo anterior, el presente artículo da cuenta de sinergias para incluir aspectos de la investigación básica y aplicada en el sector empresarial del eLearning considerando la integración de subprocesos en un proceso macro que aportará a la capacidad de monitoreo, control, optimización y autonomía en el desarrollo ágil de productos de software con condiciones de adaptabilidad, personalización, sostenibilidad y escalabilidad en el proceso productivo de Q10 S.A.S; de lo anterior, se prevé la optimización de los procesos para tecnologías incluyentes y la reducción de brechas en el ámbito educativo en diferentes sectores y localidades a nivel nacional e internacional.

Debido a que el sector de eLearning requiere cada vez más el desarrollo de soluciones a la medida adaptadas a las necesidades de aprendizaje del estudiante, la consideración de optimizar los procesos implica implementar metodologías de integración de procesos para atender de forma ágil y eficiente estas necesidades reduciendo costos y tiempos de producción con un mayor nivel de calidad y personalización. En ese sentido, se requiere el robustecimiento de capacidades técnicas y tecnológicas que posibiliten una interacción dinámica entre los procesos de producción, soporte y gestión de proyectos de tal forma que el aporte de los procesos de apoyo y procesos estratégicos sea significativo y acorde con la filosofía de la empresa.

## 2. Contexto previo a la innovación

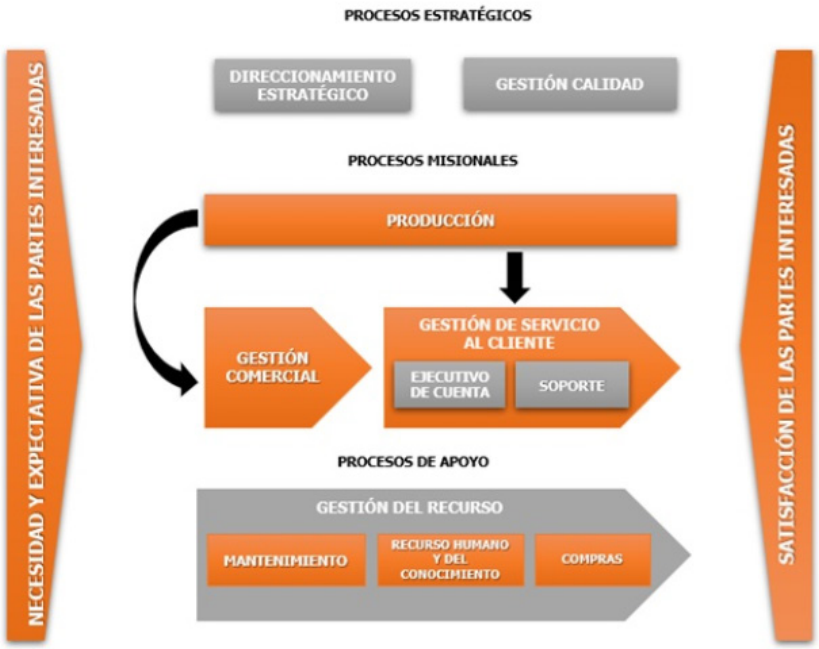



Figura 1 – Mapa inicial de procesos de la empresa Q10 S.A.S.

En la educación virtual y en los procesos de gestión académico-administrativa, el concepto de valor es diferente del propuesto a nivel comercial, no se concibe necesariamente la segmentación de clientes en términos de ganancia y el concepto de cliente valioso depende significativamente del dominio del negocio del cual se considere. Las Instituciones de Educación y en general las instituciones orientadas hacia la formación virtual son consideradas organizaciones sin ánimo de lucro con un enfoque primario en proveer educación de alta calidad y producir conocimiento, más que la producción de ganancias.

En el marco de lo anterior, la empresa Q10 S.A.S. desarrolló un diagnóstico inicial identificando falencias y posteriores oportunidades de mejora, identificando la necesidad de robustecer sus capacidades mediante la innovación de proceso con la finalidad de mejorar significativamente sus servicios y productos. El mapa de procesos de la empresa es el que se presenta en la Figura 1:

Como se puede observar de la figura anterior, existen dos procesos misionales en la organización con una alta y directa incidencia de las TIC para su adecuado despliegue y por ende para lograr resultados satisfactorios para los clientes. Estos procesos son el de producción y el de soporte. A continuación, se presentan los aspectos de mejora identificados en el contexto previo a la implementación de la innovación de proceso:

### 2.1. Proceso de producción

Respecto al proceso de producción, éste se encarga de garantizar un producto confiable basado en el análisis, diseño y desarrollo del software. En este proceso se realiza todo el despliegue del ciclo de desarrollo de software del producto principal de la organización denominado Q10. Q10 es un software que hoy se presta como servicio desde la nube basado en la plataforma Azure de Microsoft, y que tiene un alcance estándar para sus clientes; no obstante, también hay un porcentaje de clientes que, por sus necesidades particulares, requiere de desarrollo de software a la medida como complemento a la versión estándar de Q10.

De acuerdo con lo anterior, el proceso de Producción comprende tanto la evolución de Q10 en su alcance estándar como en su alcance personalizado. Previo a la implementación de la innovación, el proceso de Producción en Q10 cumple con los estándares establecidos en la Norma ISO 29110 (Pastrana & Cobos, 2019) pero carece de una tecnificación innovadora que garantice su adecuada optimización y el aprovechamiento de herramientas y procedimientos de clase mundial para satisfacer a las partes interesadas.

Las principales oportunidades de mejora del proceso actual se establecen en los siguientes puntos: Convergencia de responsabilidades de distinta naturaleza en los mismos perfiles o personas a pesar de tener perfiles definidos, los desarrolladores se encargan de diferentes roles, por ejemplo: no se especializan de acuerdo con las necesidades de la organización, cumplen funciones de testeo, entre otros. No existe un área de pruebas orientada a la automatización. Se carece de la aplicación efectiva de metodologías ágiles de desarrollo y de prácticas innovadoras. Capacitación insuficiente de colaboradores para la adecuada optimización y uso de las herramientas para el ciclo de desarrollo de software, actuales o futuras. Adicionalmente, a nivel metodológico no se cuenta o no se aplica de manera rigurosa alguna metodología para desarrollo de software lo cual impacta en los niveles de producción. Se observa que, si bien se tiene un proceso para

resolver las solicitudes respecto a los productos, éstas no facilitan la trazabilidad y el impacto en las áreas de producción y atención al cliente, adicionalmente se observa la necesidad de un desarrollo más integrado que reconozca las diferentes potencialidades del equipo de trabajo.

### 2.2. Proceso de soporte técnico

Respecto al proceso de soporte técnico, se hace referencia al apoyo técnico brindado por Q10 S.A.S. con el propósito de atender dudas o requerimientos sobre el funcionamiento de Q10 y de dar respuesta o solución a las diferentes incidencias reportadas por los usuarios, así como el desarrollo de nuevos productos. Su objetivo es garantizar la satisfacción del cliente mediante diversos canales de comunicación que propicien una interacción eficaz fundamentada en un servicio excepcional. En este se realiza todo el despliegue que inicia con la implementación de Q10 y continúa con el seguimiento y la atención permanente de las necesidades del cliente. Este proceso se encuentra con el proceso de Producción cuando el cliente reporta fallas en el producto Q10, que deben ser corregidas. A diferencia del proceso de Producción donde el enfoque es el producto, en este proceso el enfoque es el servicio. Las principales falencias del proceso actual, específicamente en el subproceso de soporte técnico, se establecen en los siguientes puntos: Falta de herramientas para la autogestión de los clientes que repercuta en la optimización de los recursos. Tiempo de respuesta no optimizado de los casos reportados por los clientes.

Es así como se hizo necesario innovar en estos dos procesos en tanto la transformación digital enfrenta a las empresas con nuevos desafíos. La creciente demanda de soluciones de TI personalizadas y la necesidad de suministrar software rápidamente al mercado se vuelven cruciales para mantener ventajas competitivas. Especialmente, los líderes luchan por implementar estrategias digitales en su estructura jerárquica y cultura organizacional. Junto con estos, los equipos de TI de desarrollo en las empresas se vuelven cada vez más importantes y los llamados equipos de TI de apoyo son construidos para cubrir la creciente demanda de competencia de TI dentro de las empresas. (Dornenburg, 2018, pág.71)

Desde una perspectiva de proceso, Rose et al. (2016) reafirma la importancia del mejoramiento e innovación de procesos en el desarrollo de software para la innovación o mejoramiento en productos de software. Los investigadores sugieren que estos procesos no deben considerarse incidentales, ya que pueden, de hecho, convertirse en una fuente significativa de ventaja competitiva debido a la dependencia de su trayectoria en la empresa, la naturaleza relativamente tácita de los procesos y el hecho de que tienen menos probabilidad de ser apropiados por observadores externos que lo sería un conjunto de características de un producto de software. Las organizaciones que buscan aprovechar esta oportunidad para lograr una ventaja competitiva pueden aprovechar este artículo para identificar acciones específicas que deben ser puntos focales de sus esfuerzos para desarrollar procesos de desarrollo de software que fomenten el desarrollo de productos de software innovadores. En particular, en términos de innovación de proceso, se destaca la importancia de fomentar un entorno que contribuya al trabajo en equipo y la necesidad de proporcionar herramientas adecuadas, así como un marco de desarrollo que fomente la innovación.

## 3. Metodología

La metodología, es de enfoque mixto puesto que considera la necesidad de estudio de variables cualitativas y cuantitativas asociadas a los procesos de desarrollo de software, adicionalmente será de diseño longitudinal por cuanto se pretende evaluar en distintos momentos el nivel de aporte del proyecto en la empresa Q10 S.A.S.

En el marco de lo anterior y como consideración metodológica, se divide el desarrollo de la innovación en cinco etapas principales con sus consecuentes relaciones con los objetivos en diferentes etapas, tal y como se puede observar en la Figura 2.

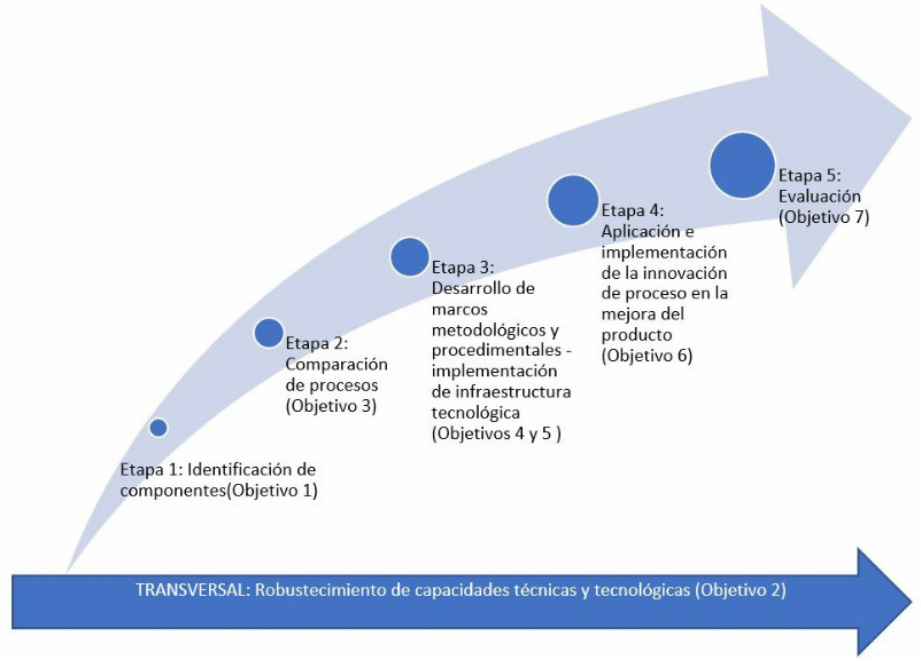



Figura 2 – Etapas propuestas para el desarrollo de la innovación. Elaboración propia

Los aspectos metodológicos del proyecto consideran cinco etapas secuenciales realimentadas por una etapa transversal donde en primer lugar se adelantan aspectos de planeación estratégica, seguido de la intervención a los procesos en el marco del robustecimiento e integración de éstos y sus áreas adscritas para finalmente evaluar la innovación de proceso para su posterior ajuste al sistema de gestión de la calidad de la empresa Q10 S.A.S.

## 4. Resultados

A través del diseño metodológico se identificó el desarrollo secuencial de los objetivos en el marco de la metodología para la investigación en ciencias del diseño (DSR por

sus siglas en inglés) propuesta por Vaishnavi & Kuechler (2004). Esta metodología se ajustó en relación a un proceso iterativo para el diseño y posterior implementación para el desarrollo de modelos, metodologías o artefactos, que puede ser visto con detalle en la Figura 3.

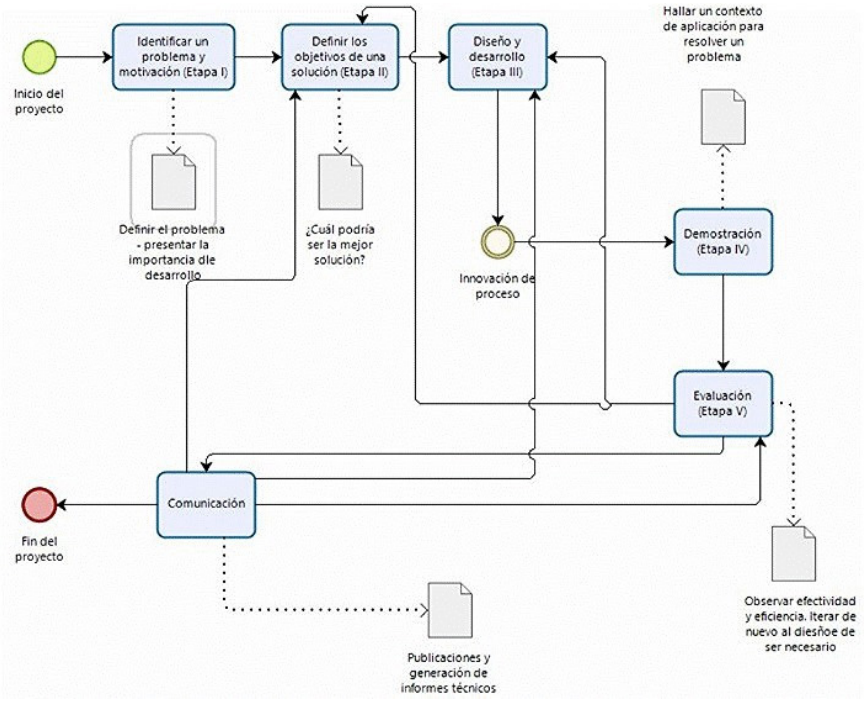



Figura 3 – Descripción de la metodología de desarrollo del proyecto. Adaptado de Peffers, Tuunanen, Rothenberger, & Chetterjee (2008)

Se puede observar entonces cómo existen procesos iterativos en el desarrollo del proyecto que conllevarán a una optimización gradual para el desarrollo de la metodología de implementación. Vale la pena aclarar que aquí se está mencionando el desarrollo metodológico del proyecto y no la metodología de desarrollo o aspectos propios de la innovación de procesos como tal, la cual es objeto de estudio del proyecto. En consonancia con lo anterior, se presentan elementos descriptivos de las etapas del proyecto.

### *Etapa I: identificación de componentes para la innovación de proceso.*

Se hace necesario en esta primera etapa, el desarrollo de un diagnóstico que posibilite la proposición de diferentes estrategias de despliegue de la innovación de proceso. En esta etapa se adelantan aspectos diagnósticos para la identificación de condiciones de cumplimiento necesarios para la innovación de proceso identificando las potencialidades

de despliegue de las soluciones. Igualmente se adelanta la elaboración de listado de componentes de despliegue necesarios para la implementación de la innovación y acordes con el perfil de elaboración del producto y sus servicios asociados. Es en la etapa diagnóstica donde se adelantan evaluaciones del estado actual de los procesos y productos para su respectivo mejoramiento.

Los instrumentos de evaluación son encuestas de evaluación de procesos, entrevistas a profundidad y aplicación de listas de verificación, en consideración con lo propuesto por Gasca-Hurtado et al. (2017), quienes proponen la evaluación de mejoras de procesos de software mediante instrumentos de diagnóstico "para la armonización de modelos o estándares de mejora con enfoques y estructuras diferentes"(pág. 31) En este sentido, el desarrollo metodológico considera en primer lugar la identificación de la organización, en segundo lugar la selección de procesos, en tercer lugar la resolución de cuestionarios, entrevistas y listas de verificación, posteriormente se genera la valoración del indicador de cumplimiento y finalmente se genera el resultado del diagnóstico con su respectivas sugerencias de despliegue donde se relacionan proceso, objetivo, buena práctica, técnica y estándar. En el artículo citado se proponen instrumentos de trabajo que serán adaptados, junto con otros instrumentos propios que serán elaborados.

Como resultado se espera obtener la identificación de necesidades fortalecimiento del área de producción, soporte y gestión de proyectos, así como las potencialidades para el mejoramiento de los productos en el marco de la innovación de proceso.

### *Etapa II: Comparación de procesos.*

En esta etapa se adelanta la comparación de los procesos del área de gestión de proyectos, del área de soporte y el área de producción con los requerimientos de la innovación en términos de objetivos y actividades. Debido a que se ha elaborado un diagnóstico de oportunidades de mejora, es posible identificar los aspectos necesarios para desplegar la solución. De lo anterior, se hace necesaria la identificación de plantillas y formatos a considerar en términos de buenas prácticas, así como la identificación y descripción de procesos transversales a las áreas de soporte y producción. Adicional a lo anterior, se identifica la relación entre los productos de software que se pretenden desarrollar y el cumplimiento de los objetivos específicos de la innovación de proceso, de esta manera se evalúa la factibilidad de la implementación de la innovación y posibles mejoras en términos de optimización. Mediante la comparación de procesos se pueden identificar áreas comunes y aportar a la reducción de reprocesos. Lo anterior es fundamental para el desarrollo de software de calidad con las condiciones esperadas por Q10 S.A.S., esto debido a que se identifica el nivel de adherencia a los procesos tan necesaria para la consolidación de la innovación. En la Figura 7 se pueden observar métricas de adherencia propuestas en Rojas (2014).

El análisis de adherencia por comparación permitirá identificar potencialidades y posibles dificultades al pasar de un proceso a otro identificando relaciones entre procesos y sus elementos conformantes de tal forma que la solución sea más robusta y adaptada al contexto de la organización.

***Etapa III: Desarrollo de marcos metodológicos y procedimentales para la integración de metodologías con su consecuente implementación de infraestructura tecnológica.***

En esta etapa se realiza la definición y caracterización de los procesos de desarrollo a intervenir, adicionalmente se genera el diseño, simulación y modelación de la intervención para la integración de procesos. Paralelo a lo anterior, se adelanta la elaboración y revisión de requerimientos de infraestructura física y tecnológica, así como su consecuente implementación y pruebas técnicas, de esta manera se fortalecen las capacidades para la puesta en marcha de la innovación de proceso. Esfuerzos en este sentido han sido desarrollados por Ruiz Carreira et al. (2001), donde se identifica la importancia de combinar técnicas tradicionales o convencionales de la ingeniería de software con las técnicas de modelado y simulación dinámica de sistemas

***Etapa IV: aplicación e implementación en la ejecución de los proyectos de software***

En esta etapa, se propende por la aplicación e implementación de la innovación de proceso en el desarrollo y mejoramiento de plataformas de gestión académico-administrativa y educación virtual. Se pretende en esta etapa estudiar con el equipo de trabajo los procesos de Gestión de Proyectos e Implementación de Software, sus objetivos y actividades. Asimismo, estudiar los productos objeto de aplicación, definiendo naturalmente los procesos actuales de Gestión de Proyectos e Implementación de Software de Q10 S.A.S. con los interesados. Adicionalmente se pasa al registro de la integración de los procesos actuales de Gestión de Proyectos e Implementación de Software de Q10 S.A.S. considerando las necesidades de los productos objeto de aplicación de la innovación de proceso se pretende adelantar la identificación de si las actividades actuales de los procesos de Gestión de Proyectos e Implementación de Software de Q10 S.A.S. cubren con las actividades de los estándares de calidad para el desarrollo de los softwares solicitados. En caso de no cubrir las actividades del estándar, se propone redefinir y documentar los procesos para cubrir las actividades faltantes con el equipo de trabajo. Como instrumento de elaboración se definen puntuaciones tipo rúbrica para las actividades y los respectivos productos. Adicionalmente se pretende comprobar si todos los productos relacionados con el estándar propuesto en la innovación de proceso se implementan o se generan en las actividades de los procesos de Gestión de Proyectos e Implementación de Software. En caso de que no se cubran todos los productos, se debe redefinir y documentar las actividades para cubrir la generación de los productos. Para el desarrollo de esta etapa se propone generar plantillas para los productos que faciliten su aplicación en los proyectos. Igualmente se pretende comunicar al personal de Q10 S.A.S. la nueva forma de trabajo de los proyectos de Software y ejecutar los proyectos de Software siguiendo la innovación de proceso establecida.

***Etapa V: evaluar el nivel de aporte de la innovación de proceso en el desarrollo y mejoramiento del sistema integrado***

Se desarrolla en esta etapa la aplicación de matrices de trazabilidad de la innovación, generación de evaluación del nivel de satisfacción del cliente, del nivel de satisfacción

del equipo y del proceso de gestión del proyecto. Adicionalmente se evalúa el alcance obtenido de la innovación de proceso en el desarrollo e implementación del software y considerando los resultados obtenidos, se procede a la integración de la innovación en el sistema de gestión de la calidad de le empresa Q10 S.A.S.

## 4. Conclusiones

Se ha presentado la estructura de implementación de una innovación de proceso para la integración tecnológica en el marco del mejoramiento de productos de software para la educación virtual y la gestión académico-administrativa. En ese sentido, se diferencian cinco etapas fundamentales: identificación de componentes de la innovación, comparación de procesos, desarrollo de marcos metodológicos y procedimentales – implementación de infraestructura tecnológica, aplicación e implementación de la innovación de proceso en la mejora del producto y evaluación del impacto de la innovación de proceso. La definición de estas etapas partió del diagnóstico de necesidades de la empresa de mejorar e integrar los procesos de producción y soporte en consideración de la aplicación de marcos de trabajo tipo Scrum en consonancia con la filosofía de desarrollo DevOps

Luego de la crisis sanitaria derivada de la enfermedad por Covid-19, se han ampliado las necesidades y requerimientos de formación a través de la virtualidad. Lo anterior ha supuesto un reto significativo para las empresas de desarrollo de plataformas y soluciones para el sector. Este tipo de dificultades se pueden afrontar a través de la implementación de metodologías y marcos de trabajo técnico-científicos direccionados a través de proyectos de innovación de proceso. Es así como propuestas como las aquí presentadas se constituyen en una base significativa para el desarrollo del sector empresarial de la industria del software en el sector educativo.

## Referencias

Barcos, S. J. (2008). Reflexiones acerca de los sistemas de información universitarios ante los desafíos y cambios generados por los procesos de evaluación y acreditación. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP. p. 209-244.

Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). Tipología de proyectos calificados como de carácter científico, tecnológico e innovación. Bogotá: Gobierno de Colombia.

Dornenburg, E. (2018), “The Path to DevOps”, IEEE Software, Vol. 35 No. 5, pp. 71–75

Gasca-Hurtado, G. P.; Hincapié, J. A.; Muñoz, M. (2017). Evaluación de mejora de procesos software para entornos multi-modelo: herramienta para el diagnóstico de una organización. International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC), 4(2), 31-41. (www.ijisebc.com)

Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (2020). Colombia y la nueva revolución industrial. Propuestas del Foco de Tecnologías Convergentes e Industrias 4.0. Volumen 9. p. 1-180

Pastrana, Manuel, Ordóñez, Hugo, & Cobos, Carlos. (2019). ISO 29110 en Colombia: de la teoría a la práctica. Revista Guillermo de Ockham, 17(2), 71-80. Epub February 03, 2021.https://doi.org/10.21500/22563202.4299

Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M., & Chatterjee, S. (2008). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, 24(3), 45-78.

Reijers, H.A., Mans, R.S., & Van der Toorn, R.A. (2009). Improved model management with aggregated business process models. Data & Knowledge Engineering, 68(2), 221–243

Rojas Rojas, L. (2014).Herramienta para comparar procesos de software de Pymes. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116000

Rose, Jeremy. (2016). Innovation Drivers and Outputs for Software Firms: Literature Review and Concept Development. Advances in Software Engineering

Ruiz Carreira, M., Ramos Román, I., Toro Bonilla Miguel. (2001). Mejora de los procesos software utilizando simulación e integración de técnicas. ADIS 2001, Apoyo a la Decisión en Ingeniería del Software - Decision Support in Software Engineering, Proceedings of the II ADIS 2001 Workshop on Decision Support in Software Engineering, Almagro, Ciudad Real, Spain, November 20, 2001

Vaishnavi, V., & Keuchler, W. (2004, January 20). Design Research in Information Systems. Association for Information Systems

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

Recebido/Submission: 21/06/2023
Aceitação/Acceptance: 24/08/2023

# DevOps y Scrum aplicados al diseño de una innovación de proceso para el desarrollo de plataformas tecnológicas de enseñanza virtual a nivel empresarial

Melissa Córdoba-Molina[1], Arles Yaid Ramírez-Duque[2], David Alberto García-Arango[3], Camilo Andrés Echeverri-Gutiérrez[4]

**mcordoba@q10.com; aramirez@q10.com; investigacion@administrativemc.com; presidencia@amyc.com.co**

[1] Q10 S.A.S, Calasanz, 050035, Medellín, Colombia

[2] Q10 S.A.S, Calasanz, 050035, Medellín, Colombia

[3] AM&C, Carrera 7 # 23 SUR 94 CA 4, 055422, Envigado, Colombia

[4] AM&C, Carrera 7 # 23 SUR 94 CA 4, 055422, Envigado, Colombia

**Pages: 241-251**

**Resumen:** El sector de eLearning requiere cada vez más el desarrollo de soluciones a la medida de las necesidades de aprendizaje del estudiante, lo cual implica optimizar los procesos en las empresas desarrolladoras. Una forma de lograr ésto es implementar metodologías de integración de procesos que atiendan ágil y eficientemente estas necesidades reduciendo costos y tiempos de producción con un mayor nivel de calidad y personalización. Es así como se hace necesario identificar los requerimientos de capacidades técnicas y tecnológicas que posibiliten una interacción dinámica entre los procesos de producción, soporte y gestión de proyectos de desarrollo para que su aporte sea significativo y acorde con la filosofía de la empresa. Es así como en éste artículo se presenta el diseño e implicaciones prácticas en la producción de software de una innovación de proceso aplicada en el sector del eLearning. La innovación integra subprocesos a través de la filosofía DevOps considerando marcos de trabajo Scrum con condiciones de adaptabilidad, personalización, sostenibilidad y escalabilidad de los productos.

**Palabras-clave:** DevOps; Scrum; diseño; innovación de proceso; plataformas tecnológicas; enseñanza virtual

## *DevOps and Scrum applied to the design of a process innovation for the development of technological platforms for virtual learning at the business level*

***Abstract:*** The eLearning sector increasingly requires the development of solutions tailored to the learning needs of the student, which implies optimizing the processes in the developer companies. One way to achieve this is to implement process

integration methodologies that quickly and efficiently meet these needs, reducing costs and production times with a higher level of quality and customization. This is how it becomes necessary to identify the technical and technological capacity requirements that enable a dynamic interaction between the processes of production, support and management of software development projects so that their contribution is significant and in accordance with the philosophy of the company. This is how this article presents the design and practical implications in software production of a process innovation applied in the eLearning sector. Innovation integrates threads through the DevOps philosophy considering Scrum frameworks with conditions of adaptability, customization, sustainability and scalability of products.

***Keywords:*** DevOps; Scrum; design; process innovation; technology platforms; virtual teaching

## 1. Introducción

El continuo desarrollo de la tecnología y su aplicabilidad al sector educativo está revolucionando los procesos en tanto los medios virtuales son cada vez más robustos y ajustados a los requerimientos de las instituciones. Atendiendo a las tendencias globales en educación, la empresa Q10 S.A.S., ha concebido un producto denominado Software Q10 académico (Q10 S.A.S., 2023). El producto está desarrollado en tecnología ASP. NET MVC5 de Microsoft y el motor de bases de datos SQL Server. Los usuarios acceden a la plataforma mediante un modelo de software como servicio tal y como se ilustra en la página web: https://www.q10.com/

En general, la plataforma Q10 integra funcionalidades que apoyan los procesos educativos de: gestión comercial, académica, administrativa y de educación virtual en las instituciones de educación en Colombia (y en Hispanoamérica), pequeñas y medianas, de cualquier nivel: colegios, para el trabajo, no formal y superior. Actualmente Q10 integra en su plataforma servicios adicionales que se brindan en asocio con otros proveedores tecnológicos especialistas, con los cuales no se tiene (normalmente) un contrato directo firmado, sino que hay un ajuste a sus términos y condiciones que se encuentran frecuentemente en sus páginas web. Dentro de los terceros proveedores de Q10, están: Zoom: para el servicio de aulas virtuales (clases en vivo) Placetopay: para el servicio de Recaudo Electrónico SendGrid: para el servicio de Mailing Debido al auge de la educación virtual y la creciente necesidad de gestión académico-administrativa para el sector educativo en general.

En el marco de la crisis sanitaria por covid-19, Q10 S.A.S. y otras empresas tecnológicas en educación se ha visto en la necesidad de implementar mejores prácticas de modelado e innovación de procesos de software que mediante metodologías de gestión del conocimiento y modelación de procesos posibiliten una respuesta ágil, eficiente y sistémica a las necesidades de prestación del servicio educativo para el mejoramiento de sus productos. (Del Rosario et al., 2022)

La innovación de proceso articulará los procedimientos actuales de desarrollo de la empresa Q10 S.A.S.con el uso de metodologías ágiles que posibiliten establecer una base de conocimiento sostenible para la organización con una concepción integral, holística y eficiente que responda a la complejidad de las necesidades de formación en instituciones

educativas y capacitación de talento humano en organizaciones, mediante el uso de plataformas tecnológicas que propendan por una mejor calidad de la educación virtual y la gestión académico-administrativa. (Escudero-Nahon, 2021)

En ese sentido, se pasará de una metodología basada en requerimientos, planeación, desarrollo y pruebas a una metodología para la integración ágil de cadenas de herramientas DevOps (Armando-Muñoz et al., 2019) que son transversales al proceso de desarrollo de software, el aseguramiento de la calidad y la automatización de operaciones de TI. Se pretende un mejoramiento en la automatización y el monitoreo del desarrollo de software considerando la integración, pruebas, liberación, e implementación, así como la administración de la infraestructura.

Se pretende impactar significativamente en la implementación de procesos, actividades y productos en las áreas de análisis de requerimientos, arquitectura y diseño detallado del software, construcción y pruebas unitarias, integración y pruebas de software, entrega de producto, control de versiones, gestión del proyecto y por último verificación y validación de los productos de software en la empresa Q10 S.A.S. El desarrollo de requerimientos basados en este contexto posibilitará como impacto a mediano plazo, la robustez en las entradas del proceso productivo del desarrollo de software con un mínimo de reuniones "face-to-face" (Banica et al., 2013). Se pretende el desarrollo de componentes híbridos mediante metodologías para el desarrollo de software propiciando un flujo de trabajo dinámico generador de bases de conocimiento para el desarrollo y mejoramiento ágil de plataformas de integración de software para la educación virtual y la gestión académico-administrativa que respondan más efectivamente a las necesidades de formación de las comunidades educativas en general.

La solución propuesta además de aportar a la reducción de costos en los procesos productivos en términos de resultados de planificación y entradas para el diseño, desarrollo y mejoramiento de los servicios y productos de Q10, permite agilizar procesos operativos, generando incrementos en la capacidad de producción o provisión de servicios y la optimización en el proceso de diseño y desarrollo de los productos requeridos por los clientes presentándose así una innovación de proceso, tal y como lo propone el Consejo Nacional de Beneficios tributarios en ciencia, tecnología e innovación. (2019, pág. 37).

El desarrollo del proyecto permite la generación de mapas de conocimiento y la aplicación ágil de paquetes de despliegue que desde su estructura potenciarán la integración y entrega continua del mejoramiento y desarrollo de productos en la empresa Q10 S.A.S. con el objetivo de obtener un ajuste más dinámico a las necesidades de integración de sistemas académico-administrativos y de educación virtual, aportando valor y factor diferenciador con calidad (García et al., 2018) en plataformas tecnológicas robustas y eficientes propendiendo por la elaboración productos de clase mundial.

Con la implementación de esta innovación de proceso se espera impactar en el desarrollo de una plataforma de clase mundial con funcionalidades completamente integradas en el marco de procesos de calidad con un enfoque diferencial y de alto valor en educación virtual (Arango, et al., 2020). Se espera obtener adicionalmente una ampliación del mercado objetivo a personas naturales que requieran de una plataforma de educación virtual en integración con funcionalidades comerciales, académicas y administrativas, así como la ampliación del mercado objetivo a empresas de otros sectores diferentes al educativo

que requieran de una plataforma de educación virtual para formación empresarial en integración con funcionalidades comerciales, académicas y administrativas.

El desarrollo de la innovación de proceso favorecerá la implementación de un Market Place de Contenidos que sean creados y ofertados por todos los clientes de la Plataforma Q10, a través de la misma Plataforma permitiendo adicionalmente la ampliación del mercado objetivo a secretarias de educación de los entes territoriales que requieran de una solución integrada y estandarizada en todo su territorio, así como la internacionalización del producto. El desarrollo de la innovación de proceso favorecerá la Implementación de soluciones disruptivas en la generación de informes y minería de datos al servicio de los clientes de la Plataforma Q10 y en materia de seguridad, la implementación del Reglamento General Europeo de Protección de Datos Personales (RGPD) como referente mundial de las mejores prácticas en la materia.

## 2. Metodología del diseño de la solución

La implementación de esta etapa de la innovación del proceso permitirá aportar al desarrollo de nuevas métricas de desarrollo. Se pasará de métricas basadas en el porcentaje de efectividad de los desarrolladores y porcentaje de calidad de los desarrollos a las siguientes métricas:

**Métricas de productividad del desarrollador:** Tasa de éxito de la meta del sprint y número de versiones de software.

**Métricas de rendimiento del software:** Cobertura de código, Porcentaje de detección de defectos.

**Métricas de usabilidad y UX:** Net Promoter Score (NPS)

La metodología de desarrollo del proyecto se ajusta con la finalidad de implantar una cultura DevOps (Khan et al., 2022). Respecto a la cultura DevOps, se propone la consideración de generar equilibrio entre el cambio (manifestado en la aplicación del ciclo de vida: planeación, desarrollo, pruebas, lanzamiento y soporte al cliente) y la estabilidad (considerada desde el punto de vista del área de operaciones de infraestructura de tecnologías de la información: estrategia del servicio, diseño del servicio, transición del servicio, operación del servicio y mejora continua del servicio). DevOps es el acrónimo inglés que surge al unir la palabra Development (desarrollo) y Operations (operaciones). Se centra en una cultura de comunicación, colaboración e integración entre desarrolladores de software y los profesionales en las operaciones de TI. Con la inclusión de esta cultura en la innovación de proceso, se pasa del enfoque tradicional donde los departamentos de desarrollo y de TI funcionan como departamentos independientes a la generación de un departamento conjunto en el cual existen metas e indicadores conjuntos para las dos áreas.

Por otro lado, los profesionales de operaciones deben implementar, configurar y optimizar recursos para el correcto funcionamiento del código buscando siempre la tendencia hacia la estabilidad. En ese sentido, la consideración de ubicarlos en metas separadas con sus respectivas actividades individuales, llegarán en algunos casos a una ruptura en la comunicación si no se consideran metas y actividades comunes.

Para comprender la importancia de esta cultura, se debe considerar que la tendencia del equipo de desarrolladores es la innovación y velocidad guiados por una tendencia al cambio. Las herramientas DevOps ayudan a ofrecer software de alta velocidad y calidad, impulsando la entrega continua y la automatización, implementando la integración continua y acelerando el lanzamiento de software de una manera rentable. De hecho, DevOps es una parte integral de los negocios basados en tecnología y aporta una nueva perspectiva para el desarrollo de software.

A manera de ejemplo, en un enfoque tradicional, conforme los desarrolladores terminan paquetes de código, los envían a operaciones para que los implementen en un entorno de producción. Durante este proceso en ocasiones se producen errores, lo que conlleva a un intercambio de manifestación de productos no conformes entre operaciones y desarrollo generando rupturas y retrasos entre los dos equipos puesto que se culpabilizan entre sí. Al ocurrir entonces la incidencia y mientras el equipo de operaciones la soluciona, los desarrolladores siguen generando nuevo código y enviándolo al equipo de operaciones, quienes a su vez cambian estándares y ralentizan el proceso buscando la estabilización y optimización máxima del sistema, con lo cual se generan conflictos y se ralentiza la salida del producto con sus consecuentes pérdidas económicas.

Por el contrario, al considerar una cultura DevOps, se quitan las divisiones entre los departamentos, fomentando la comunicación en complementariedad con Scrum con reuniones periódicas, poniendo en común los activos de los dos departamentos, automatizando procesos y facilitando una integración y realimentación continua. Los beneficios de la implementación de una cultura DevOps en la empresa Q10 S.A.S.posibilita una mayor flexibilidad, más calidad en el código de implementación, se incrementa la productividad, se disminuyen los costos de producción y se incrementa la frecuencia de lanzamientos y versionamientos. La Figura 1 presenta el diagrama del proceso para la generación de la innovación

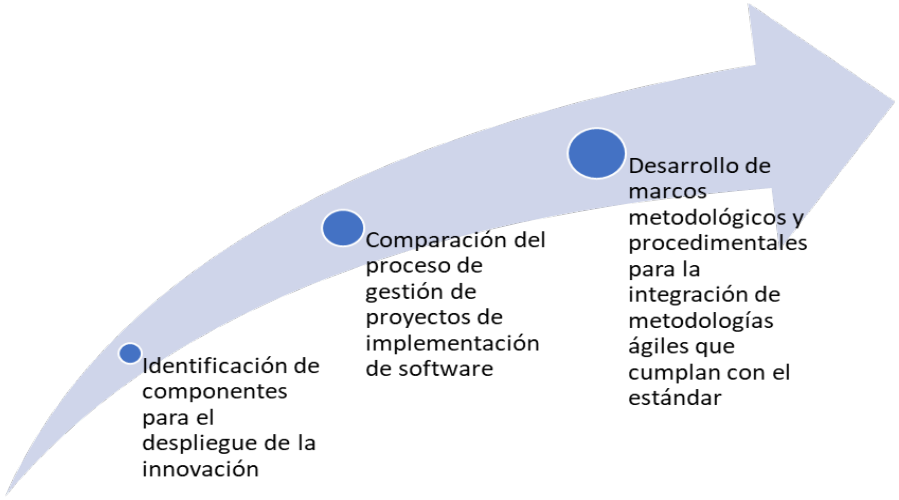



Figura 1 – Desarrollo metodológico del diseño de la solución.

## 3. Resultados

Con relación a los resultados, se implementó la metodología para el diseño de la innovación basada en el marco de trabajo Scrum (Estrada-Velasco et al., 2021) con el fin de incorporar exitosamente el rol del Product Owner al Scrum Team y de utilizar nuevos artefactos recomendados por el marco de trabajo se plantearon las siguientes acciones:

### 3.1. Roles

Adicionalmente a las funciones que se llevaban a cabo por el Scrum Master se definió incluir las siguientes:

- Socializar los lineamientos de Scrum al interior de la organización.
- Velar por el registro oportuno de las actividades y la actualización del Burndown chart.
- Asegurar que se haya creado una Definition Of Done.
- Apoyar al Product Owner para el refinamiento y administración del backlog del producto.

Es así como se definió crear una nueva área en la organización denominada **Producto e Innovación**, con las siguientes responsabilidades:

- Administrar el Roadmap del producto con el apoyo del Scrum Master.
- Administración y refinamiento del backlog del producto.
- Priorización de tareas del backlog para cada iteración.
- Anticipar e identificar las necesidades de los clientes.
- Apoyar el análisis de requerimientos del cliente identificando dependencias entre ellos.
- Gestionar con el cliente o sus usuarios la información necesaria para el desarrollo.
- Supervisar y participar en la construcción de los Criterios de Aceptación.
- Resolver dudas de producto o funcionalidades al Development Team durante los Sprint Plannings.
- Participar en las Sprint Reviews para revisar el cumplimiento de los Criterios de Aceptación.




Figura 2 – Scrum Team completo con los roles especificados por Scrum.

## 3.2. Artefactos

Se crearon los siguientes componentes

- **Burndown chart:** Se definió implementar este artefacto.
- **Definition of Done (DOD):** Se definió que se identificará y formalizará la Definition of Done.

## 3.3. Ceremonias

Con el objetivo de abordar las oportunidades identificadas previamente, se definió que se llevarán a cabo las siguientes actividades para garantizar que cada una de las ceremonias de Scrum se sigan adecuadamente y se obtengan las salidas correctas.

- **Sprint Planning:** Se realizará semanalmente. En la ejecución de esta, se debe tener en cuenta:
  - El Product Owner entregará la información necesaria para los desarrollos al momento de la asignación del ticket con los requerimientos a Desarrollo.
  - El Product Owner entregará las tareas de mejoras a producto a desarrollar debidamente analizadas junto con sus Criterios de Aceptación en los mismos tiempos establecidos para los cierres de versión.
  - Los requerimientos relacionados a Personalizaciones y Mejoras a producto se deberán entregar junto con cada requerimiento previo al Sprint Planning, de esta manera podrán ser revisados y discutidos durante dicha ceremonia.
  - Salvo casos muy puntuales, no se incorporarán nuevas actividades al sprint una vez haya dado inicio.
- **Sprint Review:** Teniendo en cuenta que es una ceremonia que no se ha realizado en Q10, inicialmente se deberá garantizar como mínimo:
  - Para refinar las tareas se generarán espacios todos los días en una franja de dos horas.
  - Se debe convocar al Product Owner para la realización del demo del incremento.
  - Para cada requerimiento desarrollado se deben repasar los Criterios de Aceptación redactados por el Product Owner y analizados en la Sprint Planning.
- **Sprint Retrospective:** Durante la Sprint Retrospective se deberá tener en cuenta:
  - Documentar las oportunidades de mejora y los riesgos identificados en JIRA, someter los mismos a un proceso de seguimiento continuo y mantener involucrado a todo el equipo en el proceso.
  - Diseñar un nuevo formato de acta que pueda formalizar y aportar trazabilidad al proceso de mejoramiento continuo. Apoyar la redacción de estas, pero entregar su custodia al Scrum Master.

Ahora bien, respecto al diseño de la innovación basada en el marco de trabajo DevOps y con el objetivo de integrar exitosamente las fases de desarrollo con las de operación bajo la metodología DevOps se definieron las siguientes etapas:

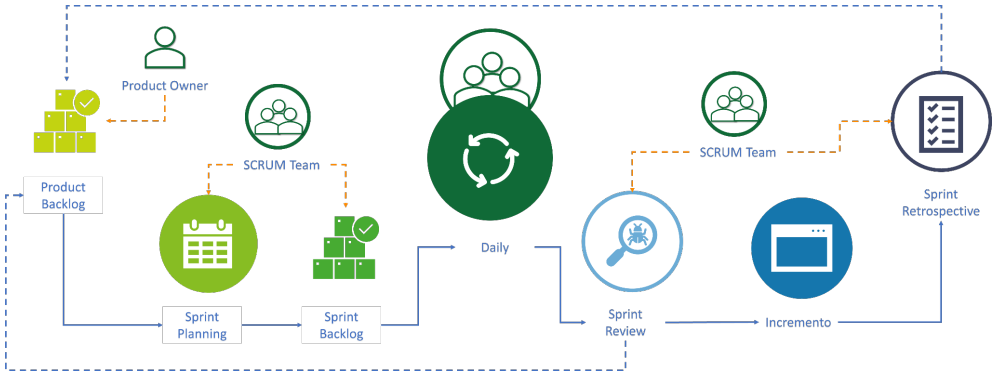



Figura 3 – Esquema de Scrum Roles y Ceremonias

## 3.4. Planeación

Durante esta fase se habilitarán los espacios y mecanismos necesarios para recibir y analizar las necesidades, sugerencias y solicitudes de los clientes del proceso de desarrollo, se redactarán los requerimientos y/o cotizaciones necesarias, se construirán los criterios de aceptación y se culminará con la planificación y diseño de las soluciones requeridas.

## 3.5. Desarrollo

En la fase de desarrollo se construirán las soluciones a cada uno de los requerimientos planeados en el último paso de la fase de planeación. Durante esta se crearán y configurarán los ambientes de desarrollo necesarios, se crearán los componentes de software usando el patrón MVC, se desarrollarán y replicarán los objetos necesarios en base de datos y se llevarán a cabo las pruebas unitarias por parte de cada desarrollador antes de pasar a la siguiente fase.

## 3.6. Pruebas (QA)

Una vez se lleve a cabo el proceso de desarrollo y se culmine por parte de los desarrolladores con las pruebas unitarias, se iniciará la fase de QA. Durante esta fase el equipo de analistas de QA diseñará los casos de prueba necesarios para garantizar que los criterios de aceptación definidos durante la fase de planeación son cumplidos por los desarrollos realizados en la fase de desarrollo. Posterior al diseño de casos de prueba se llevarán a cabo las pruebas funcionales requeridas para cada desarrollo realizado. Si se encuentran incidentes relacionados al desarrollo el equipo de QA notificará al(los) desarrollador(es) para que realice la corrección pertinente. Una vez se finalice con la ejecución de los casos de prueba y el resultado sea exitoso, los desarrolladores podrán realizar un pull request de la rama creada.

Posteriormente se configurará el ambiente de pruebas de integración y se creará el plan de pruebas que contendrá el ciclo de pruebas de integración y el ciclo de pruebas de regresión. Al finalizar ambos ciclos de pruebas se procederá con la siguiente fase, de la siguiente manera:

### 3.7. Despliegue

El despliegue comenzará tan pronto como finalice la integración. Este proceso es automático. En su parte final se realizarán validaciones de confirmación en productivo. Finalmente se notificará a las diferentes partes interesadas que los desarrollos construidos se encuentran liberados.

### 3.8. Operación

En la fase de operación se prestará el soporte necesario a los usuarios con respecto al uso de las soluciones construidas. Durante esta fase se llevarán a cabo diferentes procesos como la gestión de incidentes, gestión de la configuración, gestión de accesos, gestión de problemas y gestión de cambios.

### 3.9. Monitoreo

Durante la fase de monitoreo se revisarán diferentes métricas relacionadas al servicio: Disponibilidad, latencia, estabilidad, entre otras.

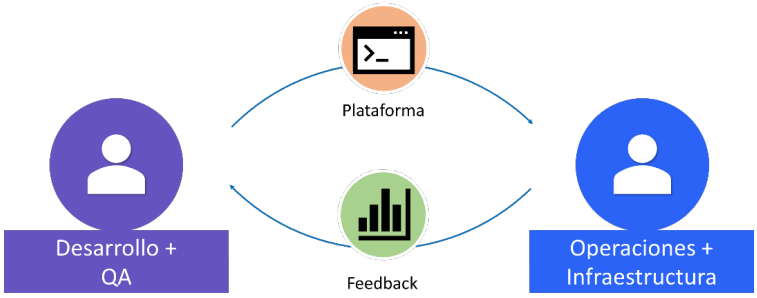



Figura 4 – Incremento de la comunicación entre equipos en la filosofía DevOps.

### 3.10. Herramientas

Se deberá incorporar el uso de diferentes herramientas nuevas que permitirán desarrollar las etapas de planeación, desarrollo, pruebas, integración, despliegue, operación y monitoreo. Como parte de la implementación se tendrá que definir cada una de las aplicaciones que nos permitirán completar los procesos en cada una de las etapas.

## 4. Conclusiones

El proceso anterior de desarrollo en la empresa usaba el marco de trabajo ágil de desarrollo Scrum; sin embargo, existían aspectos que no se estaban cubriendo, tanto a nivel metodológico como a nivel del uso de artefactos. Se tenían brechas entre lo planteado por Scrum y lo ejecutado realmente en el proceso. Por otro lado, durante el flujo de trabajo se llevaban a cabo diferentes fases de cara a DevOps; sin embargo, las fases que se involucraban con la operación no se conectaban con las fases relacionadas al desarrollo. Esto hacía que se presentaran fallas de comunicación que reducían la

capacidad del proceso para realizar entregas constantes al cliente interno y externo pues retrasaban las pruebas y las integraciones.

La necesidad de conexión entre el proceso de desarrollo y operaciones hizo que existiera un interés común en implementar y mantener adecuadamente DevOps. Los equipos de desarrollo y operaciones trabajaban sin interacción directa. El equipo de desarrollo se concentraba en la planeación, desarrollo, pruebas e integración y el equipo de operaciones se orientaba únicamente en el despliegue, operación y monitoreo. Lo anterior implicaba una pérdida considerable de productividad debido a que se estaban realizando procesos manuales que podrían ser automáticos, un alto margen de error por operaciones repetitivas que realizan las personas de los equipos y a su vez mayor tiempo en la reproducción y corrección de errores, mayor costo del producto y mayor tiempo en la entrega de valor al cliente. El diseño de la innovación para los marcos de trabajo Scrum en la filosofía DevOps proporciona una ruta factible para el mejoramiento de estos aspectos en el desarrollo y soporte del desarrollo de software por parte de la empresa Q10 S.A.S.

## Referencias

Arango, David Alberto García; Fernández, Jorge Eliécer Villarreal; Rojas, Óscar Andrés Cuéllar; Gutiérrez, Camilo Andrés Echeverri; Villa, César Felipe Henao. (2020). Estilos de aprendizaje en docentes universitarios: evaluación de la relación entre percepción y uso de TIC en entornos educativos Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação; Lousada N.º E29, (May 2020): 406-420.

Armando-Muñoz, D., Ordóñez, H., & Bucheli, V. (2019). Lineamientos para la implementación del modelo CALMS de DevOps en mipymes desarrolladoras de software en el contexto surcolombiano. Rev. Guillermo de Ockham, 18(1), 81-91. doi: https://doi. org/10.21500/22563202.4270

BANICA, L., RADULESCU, M., ROSCA, D. and HAGIU, A. (2017), "Is DevOps another Project Management Methodology?", Informatica Economica, Vol. 21 3/2017, pp. 39–51.

Del Rosario Ramos Vite, Miryam Maria, Macahuachi Nuñez de Castillo, Luz Carola (2022). Plataformas virtuales como herramientas de enseñanza. Dataismo, 1(10), 38–55. https://doi.org/10.53673/data.v1i10.54

Escudero-Nahón, Alexandro & Ibarra Corona, Mauricio. (2021). Metodologías de Ingeniería de Software para el Diseño y Desarrollo de Plataformas de Tecnología Educativa.

Estrada-Velasco, M. V., Núñz-Villacis, J. A., Saltos-Chávez, P. R., & Cunuhay-Cuchipe, W. C. (2021). Revisión Sistemótica de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software. Domino de las Ciencias, 7(4), 434-447.

García Arango, D. A., Luján Rodríguez, G., Zemel, M. G., & Gallego-Quiceno, D. E. (2018). Calidad en instituciones de educación superior: Análisis comparativo entre modelos. Revista Venezolana de Gerencia, Esp(1), 200-217.

Khan, Muhammad & Khan, Abdul & Khan, Faheem & Khan, Muhammad & Whangbo, Taeg. (2022). Critical Challenges to Adopt DevOps Culture in Software Organizations: A Systematic Review. IEEE Access. 10. 1-1. 10.1109/ACCESS.2022.3145970.

Miciencias. (2019). Libro verde 2030. Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libroverde2030-5julio-web.pdf

Q10 S.A.S. (14 de 05 de 2023). *Q10*. Obtenido de https://www.q10.com/Colombia

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

Recebido/Submission: 28/05/2023
Aceitação/Acceptance: 30/07/2023

# Método para Gestionar la Seguridad de activos de Información

Juan Camilo Giraldo Mejía[1], Fabio Alberto Vargas Agudelo[2],
Mireya Mena Rivas[3], Iván Andrés Delgado[4]

**jgiraldo1@tdea.edu.co; fvargas@tdea.edu.co; miyeya83@hotmail.com; idelgado@jdc.edu.co**

1 tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia

2 tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia

3 tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia

4 fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja, Colombia

**Pages: 252-266**

**Resumen:** Para mantener y preservar la seguridad de la información, es necesario tener en cuenta aspectos como la integridad, confidencialidad y la disponibilidad. Se presenta un método que gestiona los activos de información de un proceso en una organización, con el fin de salvaguardar la seguridad de dichos activos; se soportó en un problema, en el que se observó que el desconocimiento y la falta de conciencia generaban vulnerabilidad; para esto, fue necesario una revisión de literatura relacionada con la seguridad de la información utilizando fuentes científicas, datos de la encuesta Mundial de Seguridad de la Información, elaborada por PwC España 2018 y del ESET SECURITY REPORT Latinoamérica 2019. Se identificaron y clasificaron activos de información, se detectaron vulnerabilidades, se analizaron riesgos, se sugirieron controles y se realizó una validación mediante caso de estudio. El método como medida de control permitió mejorar el estado de vulnerabilidad, prevenir riesgos y salvaguardar la seguridad.

**Palabras-clave:** *seguridad de información, vulnerabilidades, amenazas, riesgos, controles.*

## *Method to Manage the Security of Information Assets*

***Abstract:*** To maintain and preserve the security of information, it is necessary to take into account aspects such as integrity, confidentiality and availability. A method that manages the information assets of a process in an organization is presented, in order to save the security of said assets; it was endured in a problem, in which it was shown that ignorance and lack of awareness generated vulnerability; For this, a review of the literature related to information security was necessary using scientific sources, data from the World Information Security survey, prepared by PwC Spain 2018 and from the ESET SECURITY REPORT Latin America 2019. The information assets, vulnerabilities were detected, risks were analyzed, controls were suggested, and a validation was carried out through a case study. The method

improves as a control measure allowed the state of vulnerability, prevent risks, and save security.

***Keywords:*** information security, vulnerabilities, threat, risk, controls

## 1. Introducción

La seguridad de la información es un pilar importante para alcanzar una buena productividad durante el desarrollo de los procesos de las organizaciones (KiAries & Faily, 2017). La información es considerada como un activo en una organización (Avila Coello, 2013). La información como un activo de la organización está expuesta a amenazas debido a factores externos como terremotos, huracanes, entre otros, conocidos como amenazas de la naturaleza. Dos tipos de amenazas internas como los accidentes que puedan ocasionar averías en los equipos o documentación y las amenazas hechas por el hombre a través de acciones intencionadas del personal interno (Abdul Malak, et al, 2017). En estadísticas como la Encuesta Mundial de Seguridad de la Información (2018), elaborada por PwC España, se revelan datos que indican, que el 44% de los directivos en el mundo reconocen que sus empresas carecen de una estrategia integral de seguridad. En otras publicaciones como ESET Security Report 2019, muestra que el 61% de las empresas en Latinoamérica han presentado situaciones de acceso indebido, el 58% reportó robo de la información y el 48% la pérdida de privacidad. Las cifras son preocupantes sobre la seguridad de la información a pesar de que existen nuevas herramientas tecnológicas para el manejo de la misma, se puede observar que las organizaciones son más vulnerables y están interesadas en fortalecer sus sistemas a la luz de las vulnerabilidades (Martelo, et al, 2018) pretendiendo evitar casos o situaciones como la modificación de la información sin la debida autorización, ataques o robos de información (Rienzo, et al, 2018) y en el peor de los escenarios encontrarse con una divulgación errónea, una no disponibilidad o pérdida definitiva de datos e información (Arista, et al, 2018) creándose acciones que puedan afectar la disponibilidad de activos de información sensible o confidencial en el momento oportuno (García-Porras, et al, 2018).

Las organizaciones se han visto en la necesidad de realizar una planificación y asignación de estrategias que involucren actividades encaminadas a la gestión de la información, establecer controles que permitan identificar los activos de información, tasarlos e identificar potenciales riesgos (Cevallos, et al, 2019). Se requiere una evaluación del riesgo de seguridad de la información y una calificación clara y medible (Prajanti & Ramli, 2019). Luego de la gestión de los riesgos identificados, se hace necesario la selección, implementación y administración de controles(Avila Coello, 2023). Existen estándares internacionales como la norma ISO/IEC 27000 que establece buenas prácticas para que las organizaciones lleven a cabo la tarea de gestionar su información. ISO/IEC 27000 es un conjunto de estándares desarrollados -o en fase de desarrollo- por ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Commission), que proporcionan un marco de gestión de la seguridad de la información. Para la gestión de los Riesgos en las organizaciones se cuenta con (ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines, 2019). Otras metodologías se centran en la creación de perfiles de activos de información combinando mediciones de prioridad de clasificación utilizando métodos de sistema de soporte de decisiones, como la ponderación aditiva simple y el

proceso de jerarquía analítica (Prajanti & Ramli, 2019). Otro guía de buenas prácticas es COBIT 5 en la que se encuentran elementos para gestionar los riesgos mediante la identificación y evaluación en los procesos de TI (Astuti, et al, 2017). En una institución educativa se realizó una evaluación de Riesgo mediante el Método Octave Allegro en el que tomó como perfil para clasificar los activos de información (Suroso & Fakhrozi, 2018). En una empresa naviera se analizó y seleccionó MAGERIT, OCTAVE y MEHARI como metodologías de análisis de riesgos, el enfoque de la investigación fue de origen Cualitativo, se utilizó la teoría como fundamento en la elaboración del modelo para medir la madurez del análisis de riesgos de los activos de información (García & Moreta, 2019). Para dar solución al interior de una organización respecto a las amenazas internas, se propuso un marco de evaluación de riesgos de amenazas internas sintomáticas conocido como Marco de amenazas internas para la Organización de Infraestructura Crítica de Namibia (ITFNACIO) (Rodríguez, 2018). De igual manera otro estudio presentó un método de evaluación de riesgos para permitir el análisis y la evaluación de un conjunto de actividades combinadas en un modelo de proceso de negocio (Varela-Vaca, et al, 2019). En otro trabajo se describen las diferentes categorías de controles de seguridad, su aplicabilidad y la asignación de responsabilidades para su gestión (Diéguez & Cares, 2019). Las organizaciones enfrentan decisiones complejas con respecto a la selección de controles de seguridad que permiten proteger sus activos de información, sin embargo, su selección requiere inversión en seguridad (Almeida & Respício, 2018).

Este artículo presenta un método para la gestión de la seguridad de los activos de información en un proceso dentro de una organización. El articulo está estructurado de la siguiente manera: en el primer capítulo corresponde a la introducción, en el segundo capítulo se presentan los materiales y métodos utilizados para alcanzar el método propuesto, en el tercer capítulo se muestran los resultados por medio de una representación gráfica del método y la explicación de cada uno de sus pasos y en el cuarto capítulo se presenta una prueba del método aplicado en un caso real dentro de un proceso en una organización.

## 2. Materiales y Métodos

En principio se presentan algunos conceptos o definiciones importantes que hacen parte del trabajo, luego se describen las fases que describen la metodología utilizada para el desarrollo del método. **Seguridad de la Información:** según ISO27001, se refiere a la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de la información y los datos importantes para la organización, independientemente del formato que tengan, estos pueden ser electrónicos, en papel, Audio y vídeo, etc. **Confidencialidad:** ISO/IEC 27000, propiedad de la información de no ponerse a disposición o ser revelada a individuos, entidades o procesos no autorizados. **Integridad:** ISO/IEC 27000, propiedad de la información relativa a su exactitud y completitud. **Disponibilidad:** ISO/IEC 27000, propiedad de la información de estar accesible y utilizable cuando lo requiera una entidad autorizada. **Activo:** ISO/IEC 27000 En relación con la seguridad de la información, se refiere a cualquier información o elemento relacionado con el tratamiento de la misma (sistemas, soportes, edificios, personas...) que tenga valor para

la organización. **Vulnerabilidad ISO/IEC 27000:** Debilidad de un activo o control que puede ser explotada por una o más amenazas. **Amenaza ISO/IEC 27000:** Causa potencial de un incidente no deseado, que puede provocar daños a un sistema o a la organización. **Riesgo ISO 31000:** Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos, Puede ser positivo, negativo o ambos, y puede abordar, crear o resultar en oportunidades y amenazas. **Control ISO/IEC 27000**: Medida por la que se modifica el riesgo.

A continuación, se presentan las fases que describen la metodología utilizada para el desarrollo del método:

**En la primera fase** se realizó el levantamiento de los activos de información de un proceso en una organización, para realizar una caracterización, identificarlos, clasificarlos y realizar registro de dichos activos; **En la segunda fase** se identificaron vulnerabilidades y amenazas, a partir de la recolección y procesamiento de datos soportado en fuentes primarias (Bernal, 2010); para dicho proceso se utilizó la técnica de la encuesta aplicando un instrumento conformado por 7 preguntas dicotómicas con respuestas cerradas, con dos alternativas de respuesta SI y NO (Caro, 2019). La población está conformada por 37 empleados del proceso, que representan el 92.5 % de la población, con un nivel de confianza del 95%, un grado de error de 0.5%, una probabilidad de ocurrencia de 50%, y probabilidad de no ocurrencia del 50%. Una muestra será representativa o no; sólo si fue seleccionada al azar, es decir, que todos los sujetos de la población blanco tuvieron la misma posibilidad de ser seleccionados (Otzen & Manterola, 2017); **En la tercera fase** se realizó la valoración de los riesgos identificados para los activos de información. Se realizó un análisis y valoración, en el que se utilizó una técnica cualitativa en términos de probabilidad e impacto, se determinó el nivel del riesgo mediante un mapa de calor con una Matriz de criticidad de 5x5; **En la cuarta fase** se determinó un tratamiento para los riesgos identificados, mediante controles, se realizó una segunda recolección de datos mediante la encuesta, para comparar las dos encuestas

## 3. Resultados

A continuación, se muestra la representación del método y se describe cada una de sus etapas

### 3.1. Caracterización de Activos de Información

Consiste en registrar en un documento físico o digital los activos de información previamente identificados y clasificados, dicho registro debe contener las etiquetas: código de Identificación, tipo de activo de información, descripción, medio de conservación o soporte, la clasificación de acuerdo con la confidencialidad, disponibilidad e integridad; además se debe registrar el nivel del activo de información, es decir describir según el criterio si es alto, medio o bajo.

**Inventario de Activos de información:** El Inventario de activos de información consiste en el levantamiento de los activos de información que posee el proceso con el fin de identificarlos, para lo cual es necesario utilizar etiquetas que permitan individualizar cada activo.

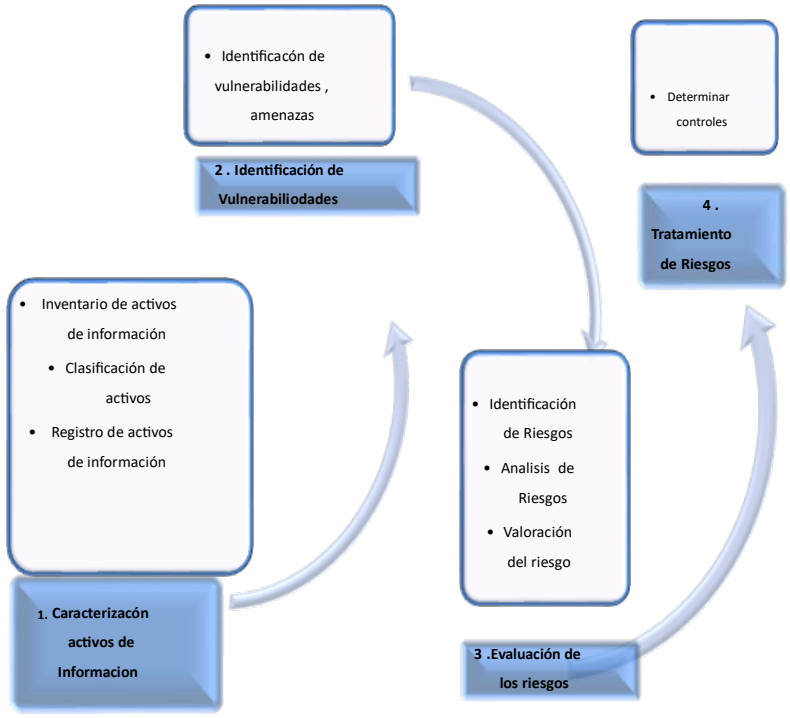



Figura 1 – Método para la gestión de la seguridad de los activos de información en un proceso

**Clasificación de los Activos:** Consiste en clasificar los activos para asegurar que la información reciba los niveles de protección adecuados, ya que con base en su valor y de acuerdo con otras características particulares requiere un tipo de manejo especial (MINTIC, 2016).

Para la clasificación de los activos de información se tienen en cuenta los principios básicos de la seguridad de la información como son la confidencialidad, integridad, disponibilidad.

**Registro de los Activos de información:** Consiste en registrar en un documento físico o digital los activos de información previamente identificados y clasificados, dicho registro debe contener las etiquetas: código de Identificación, tipo de activo de información, descripción, medio de conservación o soporte, la clasificación de acuerdo con la confidencialidad, disponibilidad e integridad; además se debe registrar el nivel del activo de información, es decir describir según el criterio si es alto, medio o bajo.

### 3.2. Identificación de vulnerabilidades

La identificación de vulnerabilidades consiste en identificar las vulnerabilidades, las amenazas de las que posteriormente se identificaran los riesgos asociados a los activos de información previamente registrados.

**Identificación de vulnerabilidades y amenazas:** Para la identificación de vulnerabilidades es necesario partir de la observación y utilizar herramientas que permitan recolectar información objetiva, por lo tanto, en esta etapa se utiliza la encuesta como técnica de recolección de información,

### 3.3. Evaluación de los riesgos

En esta etapa se realiza la identificación de los riesgos de los activos de información, análisis del riesgo y la valoración de los riesgos.

**Identificación de Riesgos:** Una vez se identificaron vulnerabilidades y amenazas, se procede con la identificación de riesgos, esta etapa consiste en la creación de una lista, para los cuales se establecen los siguientes criterios conforme a lo dispuesto en ISO31000 de 2018 (ISO31000, 2018) el riesgo, la descripción del riesgo, la fuente, eventos, y las consecuencias.

**Análisis de Riesgos:** Es el estudio de riesgo, en la que se determina la técnica para el análisis del riesgo, la cual puede ser cualitativa, cuantitativa o una combinación de ambas y finalmente se determina el nivel del riesgo. En esta etapa se utiliza la técnica cualitativa en la se analiza el riesgo en términos de probabilidad e impacto.

Para determinar la probabilidad se utiliza una técnica que permita dar objetividad al análisis, en este caso se utiliza una matriz de priorización, en la que un grupo de 6 personas cada integrante califique la probabilidad de ocurrencia, se establece un total y se divide entre los participantes para sacar un promedio. El resultado del promedio determina la probabilidad del riesgo analizado (Pública, 2019). Las calificaciones de cada uno de los criterios de probabilidad son: 1 = Raro, 2 = Remoto, 3 = ocasional, 4= frecuente, 5=constante.

Finalmente, para determinar el nivel del riesgo se utiliza un mapa de calor, con una Matriz de criticidad de 5x5, esto significa que para ubicar el nivel de riesgo se cuenta con 5 niveles en probabilidad y 5 niveles en impacto, en el que se ubica el Riesgo en el mapa de calor y el punto de intersección resultante de la probabilidad y el impacto es el nivel del riesgo (Pública, 2018).

**Valoración del Riesgo:** El propósito de la valoración de riesgos es ayudar en la toma de decisiones. La valoración del riesgo implica comparar los resultados del análisis del riesgo con los criterios del riesgo establecidos para determinar cuándo se requiere una acción adicional. Esto puede conducir a las decisiones como no hacer nada más, considerar opciones para el tratamiento del riesgo (Hutchins, 2018).

### 3.4. Tratamiento de Riesgos

El propósito del tratamiento del riesgo es seleccionar e implementar opciones para abordar el riesgo (Hutchins, 2018), en la que se formula y seleccionan opciones para el tratamiento del riesgo mediante una determinación de controles para los riesgos identificados.

## 4. Caso de Estudio

El caso de estudio se realizó en un proceso dentro de una organización denominado Operación Aduanera, para el cual se agotaron cada uno de los pasos mencionados en el método así:

### 4.1. Caracterización de Activos de Información

Inventario de activos de Información del proceso de Operación Aduanera

Se desarrollaron etapas en las que se procedieron a la identificación, y definición de los activos en los que se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

Código de Identificación: corresponde al rotulo que identifica al activo corresponde a un código de 3 dígitos que comienza con el 001 y finalizo con 054.Tipo de activo de información: corresponde a si el activo es hardware, software, información, infraestructura, recursos humanos. Nombre y descripción de la categoría: corresponde al contenido del activo en los referentes a actas, libros, sistemas de información, certificados, declaraciones aduaneras, autos, evaluaciones, informes libros, planes, planillas, resoluciones, bases de datos, personas, infraestructura. Medio de conservación o soporte: corresponde a si esta almacenada de manera física o electrónica.

Clasificación Activos de la información del proceso de Operación Aduanera

Luego de realizar un inventario de los activos de información del Proceso Operación Aduanera, se procedió con la clasificación según las características básicas de seguridad de la información en la que se definieron para la confidencialidad: publica, reservada parcial y total; para la integridad y disponibilidad se clasificaron como alta y media.

Registro de los Activos de la información del proceso de Operación Aduanera

Corresponde a los activos de información identificados y clasificados, se identificaron 54 activos los cuales se plasmaron en una tabla como se muestra a continuación:

| Cód. | Tipo | Nom. Categ | Descrip | Medio | Confidencialidad | Disponibilidad | Integridad | Nivel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 001 | Info. | Actas | Actas | Físico y Electrónico | ClasificadaParcial | Media | Alta | Media |

Tabla 1 – Registro de los activos de información

### 4.2. Identificación de vulnerabilidades y amenazas en el proceso de Operación Aduanera

Para la identificación de vulnerabilidades y amenazas del proceso de Operación Aduanera se partido de la observación y se realizó una encuesta en la que se utilizó como un instrumento de recolección de información un cuestionario con 7 preguntas dicotómicas con dos alternativas de respuesta SI y NO, con el fin de obtener información que sirvió de base para identificar una serie de vulnerabilidades y amenazas relacionadas con los activos de información del proceso Las preguntas utilizadas fueron las siguientes:

P1: ¿Conoce cuáles son los activos de información y las políticas para salvaguardar la información? P2: ¿El área de archivo cuenta con mecanismos de seguridad física? P3: ¿Existe registro físico o electrónico del personal que accede al área de archivos? P4 ¿Existe registro físico o electrónico de los documentos manipulados por el personal que accede al área de archivos? P5: ¿Tiene conocimiento si fuera del edificio existe respaldo de la información del proceso misional? P6: ¿Renueva periódicamente la contraseña? P7: ¿Puede eliminar o modificar archivos en las bases de dados a las que tiene acceso en su grupo de trabajo?

A continuación, se muestra la información recolectada, se realiza el análisis e interpretación de las preguntas y se determinan vulnerabilidades definida como la debilidad de un activo o control que puede ser explotada por una o más amenazas.

P1: 30 funcionarios que representan el 81.1% de la muestra manifiesta no saber cuáles son los activos de información del proceso misional y desconocen las políticas para salvaguardar la información, el 18.9% restante correspondiente a 7 funcionarios respondieron que si conocen activos de información del proceso misional. P2: 29 funcionarios que representan el 78.4% de la muestra responde que el área de archivo no cuenta con mecanismos de seguridad física, mientras que el 21.6% restante correspondiente a 8 funcionarios respondieron que sí que el área de archivo cuenta con mecanismos de seguridad física. P3: 37 funcionarios que representan 100% de la muestra, la totalidad de los encuestados manifiesta que no hay un registro físico o electrónico del personal que accede al área de archivo, dejando en evidencia que existe una vulnerabilidad que es Ausencia de procedimiento formal para el registro de ingreso y retiro de usuarios en el aérea de archivo de proceso misional. P4 37 funcionarios que representan 100% de la muestra, la totalidad de los encuestados manifiesta que no existe un registro de los documentos manipulados por el personal que accede a las áreas de archivos, dejando en evidencia que existe una vulnerabilidad que es Ausencia de procedimiento formal para el registro de los documentos manipulados por el personal que accede a las áreas de archivos en el aérea de archivo de proceso misional. P5: 31 funcionarios que representan el 83.8% de la muestra manifiesta que no conoce si existe un respaldo de la información fuera del edificio, mientras que el 16.2% restante correspondiente a 6 funcionarios respondieron que, si existe un respaldo de la información fuera del edificio, dejando en evidencia que existe una vulnerabilidad que es el desconocimiento de la existencia de respaldos de información que posee el proceso en otro edificio. P6: 31 funcionarios que representan el 83.8% de la muestra manifiestan que no renuevan periódicamente las contraseñas, mientras que el 16.2% restante correspondiente a 6 funcionarios respondieron que renuevan periódicamente las contraseñas, dejando en evidencia que existe una vulnerabilidad que es una gestión deficiente de contraseñas que se manejan para el ingreso a los diferentes aplicativos que utiliza el proceso , y hoy es común escuchar que los servicios web de alto perfil se han visto comprometidos y se filtraron millones de contraseñas (Caro, 2019). P7: 30 funcionarios que representan el 81.1% de la muestra manifestaron que tiene conocimiento que puede eliminar o modificar archivos en las bases de datos a las cuales tiene acceso, mientras que el 18.9% restante correspondiente a 7 funcionarios respondieron que no pueden eliminar archivos en las bases de datos a las cuales tiene acceso, dejando en evidencia que existe una vulnerabilidad que es una asignación errada de derechos de acceso.

| Tipo de Activo | Vulnerabilidad | Amenaza | Origen |
|---|---|---|---|
| Información | Entrenamiento insuficiente en seguridad de Información | Error en el uso, Procesamiento ilegal de los datos-hurto de documentos y medios-Divulgación | Deliberadas, Accidentales |
| Lugar-la organización | Uso inadecuado o descuidado del control de acceso físico a las edificaciones y los recintos. | Ausencia de mecanismos de seguridad física | Deliberadas, Accidentales |
| Software | Asignación errada de los derechos de acceso. Gestión deficiente de las contraseñas | Abuso de los derechos Falsificación de derechos | Deliberadas, Accidentales |
| Hardware | Mantenimiento insuficiente. Ausencia de un eficiente control de cambios en configuración | Incumplimiento en el mantenimiento de información Error en uso | Deliberadas, Accidentales |
| personas | Entrenamiento insuficiente en seguridad. Falta de conciencia acerca de la seguridad. Uso incorrecto de software y hardware. Ausencia de mecanismos de monitoreo | Error en el uso Procesamiento ilegal de los datos | Deliberadas, Accidentales |

Tabla 2 – Vulnerabilidades y amenazas

## 4.3. Evaluación de los riesgos en el Proceso de Operación Aduanera

Para la identificación de los riesgos se tuvieron en cuentas las vulnerabilidades y amenazas determinadas previamente mediante la recolección de información que permitió visualizar situaciones que podrían afectar el logro de los objetivos en el proceso misional, determinando así las causas y las consecuencias para dichos riesgos.

A continuación, se muestran los riesgos identificados respecto a los activos de información que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos en el Proceso de la Operación Aduanera:

| Riesgo | Descripción | Eventos Causas | Fuente | Consecuencia |
|---|---|---|---|---|
| R1: Perdida de documento | Perdida de información registrada en documentos físicos | Ausencia de mecanismos de monitoreo. Falta de lineamiento para control de acceso físico | Funcionario - Espacios físicos inadecuados | Procesos disciplinarios pérdida de credibilidad sanciones |
| R2. Incendio | Incendio | Fuego- corto- derrame líquidos inflamables. | Corto circuito funcionario | Pérdida total de la información |
| R3. suplantación | Acceso no autorizado | Gestión deficiente de las contraseñas Entrenamiento insuficiente en seguridad de Información- | Funcionario | Perdida de confidencialidad Autorizaciones falsas modificación perdida de información |

| Riesgo | Descripción | Eventos Causas | Fuente | Consecuencia |
|---|---|---|---|---|
| R4. Manipulación | Manipulación de información registrada en documentos físicos | Ausencia de mecanismos de monitoreo -Acceso libre a los archivos físicos por parte del personal. | Funcionario | Procesos disciplinarios pérdida de Integridad, credibilidad sanciones |
| R5. Perdida de datos | Perdida de datos | Asignación errada de derechos de acceso Gestión deficiente de contraseñas Entrenamiento insuficiente en seguridad Información | Funcionario | Retraso en procesosdisciplinario pérdida de credibilidad sanciones- Eliminación accidental de datos |

Tabla 3 – Identificación de Riesgos

## 4.4. análisis de Riesgos en el Proceso de Operación Aduanera

Para el análisis de los riesgos del proceso de Operación Aduanera se utilizó una escala cualitativa. Para la probabilidad se utilizaron Matriz de priorización de probabilidad con las respuestas de 6 funcionarios en el que cada integrante debía calificar de 1 a 5 la probabilidad, se estableció un total y se dividió entre los participantes para sacar el promedio, en donde 1= Raro, 2=Remoto, 3= ocasional, 4=frecuente, 5=constante. En la siguiente tabla muestra los resultados que determinaron la probabilidad.

| Riesgo | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | TOTAL | PRM | Probabilidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1: | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 18 | 3 | Ocasional |
| R2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12 | 2 | Remoto |
| R3. | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 18 | 3 | Ocasional |
| R4. | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 18 | 3 | Ocasional |
| R5. | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 24 | 4 | Frecuente |

Tabla 4 – Cálculo de Probabilidad mediante Matriz de priorización de probabilidad

Para determinar el impacto de los riesgos identificados se tuvieron en cuenta aspectos cualitativos tales como afecta la integridad o confidencialidad de la información, pérdida de recursos de la entidad, o aspectos que afectan la imagen institucional.

| Riesgo | Impacto |
|---|---|
| R1: Perdida de Documento | Catastrófico |
| R2. Incendio | Catastrófico |
| R3. suplantación | Mayor |
| R4. Manipulación | Catastrófico |
| R5. Perdida de datos | Moderado |

Tabla 5 – Determinación del Impacto

Para determinar el nivel del riesgo se utiliza el mapa de calor, para el cual se utilizó una Matriz de criticidad de 5x5, significa que para ubicar el nivel de riesgo se cuenta con 5 niveles en probabilidad y 5 niveles en impacto, en dicha matriz denominada mapa de calor se ubica cada Riesgo identificado en el proceso de Operación Aduanera , y el punto de intersección resultante entre la probabilidad y el impacto determina el nivel del riesgo. Cada uno de los riesgos identificados son ubicados en el mapa de calor con el fin de establecer el nivel del riesgo, ya que cada nivel de riesgos, bajo, moderado, alto y el extremo, se encuentra representado por un color en el mapa de calor así:

| Nivel | Color |
|---|---|
| Extremo | |
| Alto | |
| Moderado | |
| Bajo | |

Tabla 6 – Nivel de riesgo

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **P** | CONSTANTE | | | | | |
| **R** | FRECUENTE | | | **R5** | | |
| **O** | OCASIONAL | | | | R3 | R1 R4 |
| **B** | REMOTO | | | | | **R2** |
| **A** | RARO | | | | | |
| **B** | | INSIGNIFICANTE | MENOR | MODERADO | MAYOR | CATASTRÓFICO |
| | | | | **IMPACTO** | | |

Tabla 7 – Mapa de calor

## 4.5. Valoración del Riesgo en el Proceso de Operación Aduanera

Como se evidencia en la tabla anterior los riesgos identificados se encuentran ubicados en los niveles extremo y alto, para lo cual es necesario considerar opciones para el tratamiento del riesgo.

## 4.6. Tratamiento del Riesgo en el Proceso de Operación Aduanera

Entre las opciones para el tratamiento del riesgo se decide seleccionar como opción para el tratamiento del riesgo, la formulación de controles con el fin de modificar la probabilidad, modificar las consecuencias de dichos riesgos.

Determinación de Controles en el Proceso de Operación Aduanera.

En esta etapa se establecieron como opción para el tratamiento del riesgo, los controles que se muestran a continuación:

| Riesgo | Control | Tipo de control |
|---|---|---|
| R1: Perdida de documento | C2, Registros de fecha, hora y objetivo de personal que ingresa al área de archivo | preventivos |
| | C3, Controles físicos de entrada | |
| | C4, Mantención periódica de cables, enchufes y aparatos eléctricos- | Preventivos |
| | C5, Señalizar la prohibición de fumar | |
| | C6, Detectores de humo | |
| | C11, Capacitación en seguridad de la información | |
| R3. suplantación | C8, Gestión de contraseñas de usuarios | Preventivos |
| | C10, Gestión de derechos de acceso asignados a los usuarios | |
| | C9, Procedimientos seguros de inicio de sección. | |
| R4. Manipulación | C2, Registros de fecha, hora y objetivo de personal que ingresa al área de archivo<br>C3, Controles físicos de entrada | Preventivo |
| R5. Perdida de datos | C10, Gestión de derechos de accesos asignados a los usuarios | Preventivo |
| | C9, Procedimientos seguros de inicio de sección. | |

Tabla 7 – Mapa de calor

Finalmente se realiza una segunda encuesta, en la que se observan cambios después de controles.

| Pregunta | Momento | % SI | % NO |
|---|---|---|---|
| P1: ¿Conoce cuáles son los activos de información y las políticas para salvaguardar la información? | Antes<br>Después | 18.9<br>54.4 | 81.1<br>45.9 |
| P2: ¿El área de archivo cuenta con mecanismos de seguridad física? | Antes<br>Después | 21.6<br>35.1 | 78.4<br>64.9 |
| P3: ¿Existe registro físico o electrónico del personal que accede al área de archivos? | Antes<br>Después | 0<br>10.8 | 100<br>89.2 |
| P4: ¿Existe registro físico o electrónico de los documentos manipulados por el personal que accede al área de archivos? | Antes<br>Después | 0<br>16.2 | 100<br>83.8 |
| P5: ¿Tiene conocimiento si fuera del edificio existe respaldo de la información del proceso misional? | Antes<br>Después | 16.2<br>48.6 | 83.8<br>51.4 |
| P6: ¿Renueva periódicamente la contraseña? | Antes<br>Después | 16.2<br>56.8 | 83.8<br>43.2 |
| P7: ¿Puede eliminar o modificar archivos en las bases de dados a las que tiene acceso en su grupo de trabajo? | Antes<br>Después | 81.1<br>54.1 | 18.9<br>45.9 |

Tabla 8 – comparación de primera y segunda encuesta

## 5. Conclusion

Mediante la aplicación de una herramienta diagnóstica, como es la encuesta, fue posible determinar que en el proceso misional de Operación Aduanera se estaban presentando acciones que evidenciaban desconocimiento de los activos de información, gestión deficiente de contraseñas, de perfiles de usuarios y falta de controles en las áreas de archivo. Para afrontar acciones que evidenciaban vulnerabilidad de la seguridad de la información en dicho proceso, fue necesario optar por medidas preventivas para resguardar y proteger la información, buscando mantener la confidencialidad, la disponibilidad y su integridad. con la utilización de una herramienta diagnostica se pudo evaluar su efectividad. En los datos arrojados en la segunda encuesta, se observan cambios positivos, aunque en algunos aspectos observó que es necesario implementar otros controles que permitan salvaguardar la seguridad de la información de dicho proceso. Fue efectiva la implementación del método como medida de control para mejorar el estado de vulnerabilidad, prevenir riesgos y salvaguardar la seguridad de la información en un proceso.

## Referencias

Ki-Aries, D., & Faily, S. (2017). Persona-centred information security awareness. computers & security, 70, 663-674.

Avila Coello, A. A. (2023). Modelo de Sistema e Gestión de Seguridad de la Información, para establecer Controles basados en la Norma ISO/IEC 27001: 2013 mediante el Código de Prácticas de Seguridad de la Información ISO/IEC 27002: 2022 en el Departamento de Tecnologías de la Información del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Naranjal (Master's thesis).

Abdul Malak, D., McGlade, K., Pascual, D., Pla, E., Abdul Malak, D., McGlade, K., ... & Pla, E. (2017). Vulnerability Assessment. Adapting to Climate Change: An Assessment of Vulnerability and Risks to Human Security in the Western Mediterranean Basin, 61-75.

"Encuesta Mundial sobre el Estado de la Seguridad de la Información (2018)," Encuesta Mundial sobre el Estado de la Seguridad de la Información, 2018. [Online]. Available: https://www.pwc.es/es/digital/encuesta-mundial-ciberseguridad-2018.html. [Accessed: 07-May-2019].

Martelo, R. J., Tovar, L. C., & Maza, D. A. (2018). Modelo básico de seguridad lógica. Caso de Estudio: El laboratorio de redes de la Universidad de Cartagena en Colombia. Información tecnológica, 29(1), 3-10.

Rienzo, A., Bustamante, M., Aravena, C., & Lefranc, G. (2018, October). Evaluation of the degree of knowledge and implementation of information security management systems, based of the NCh-ISO 27001 standard, in health institutions. In 2018 IEEE International Conference on Automation/XXIII Congress of the Chilean Association of Automatic Control (ICA-ACCA) (pp. 1-6). IEEE.

Arista, A., Kusumawati, L. N., & Radiansyah, F. (2019). Application of Information Systems Risk Management in PTX. International Journal of Civil Engineering and Technology, 10(3).

García-Porras, C., Huamani-Pastor, S., & Armas-Aguirre, J. (2018, November). Information Security Risk Management Model for Peruvian SMEs. In 2018 IEEE Sciences and Humanities International Research Conference (SHIRCON) (pp. 1-5). IEEE.

Cevallos, H. A. V., Cuesta, J. D. D., & Montero, B. K. M. (2019). Gestión de la Información en las Instituciones de Educación Superior (IES) con base a la norma ISO 27001. Journal of Science and Research, 4(1), 29-34.

Prajanti, A. D., & Ramli, K. (2019, June). A proposed framework for ranking critical information assets in information security risk assessment using the octave allegro method with decision support system methods. In 2019 34th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) (pp. 1-4). IEEE.

Astuti, H. M., Muqtadiroh, F. A., Darmaningrat, E. W. T., & Putri, C. U. (2017). Risks assessment of information technology processes based on COBIT 5 framework: A case study of ITS service desk. Procedia Computer Science, 124, 569-576.

Suroso, J. S., & Fakhrozi, M. A. (2018). Assessment of information system risk management with octave allegro at education institution. Procedia Computer Science, 135, 202-213.

García, F. Y. H., & Moreta, L. M. L. (2019). Modelo para Medir la Madurez del Análisis de Riesgo de los Activos de Información en el contexto de las Empresas Navieras. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (31), 1-17.

Rodríguez, D. E. A. (2018). Categorización funcional de los diferentes tipos de controles de seguridad y su aplicabilidad en la estrategia de protección corporativa. Revista SIC: ciberseguridad, seguridad de la información y privacidad, 27(130), 122-124.

Varela-Vaca, Á. J., Parody, L., Gasca, R. M., & Gómez-López, M. T. (2019). Automatic verification and diagnosis of security risk assessments in business process models. IEEE Access, 7, 26448-26465.

Diéguez, M., & Cares, C. (2019). Comparación de dos enfoques cuantitativos para seleccionar controles de seguridad de la información. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (32), 113-128.

Almeida, L., & Respício, A. (2018). Decision support for selecting information security controls. Journal of Decision Systems, 27(sup1), 173-180.

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación administración economía, humanidades y ciencias sociales (Vol. 3). Colombia: Pearson Eduación. doi, 978-958.

Caro, L. (2019). 7 técnicas e instrumentos para la recolección de datos. Recuperado de http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/2801.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International journal of morphology, 35(1), 227-232.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones(2016), "Guía para la Gestión y Clasificación de Activos de Información," no. 5, p. 18, 2016.

I. O. for S. ISO, "ISO 31000:2018. (2018). Gestión del riesgo — Directrices".

Pública, F. (2018). Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas. Bogotá: Función Pública.

Hutchins, G. (2018). ISO 31000: 2018 enterprise risk management. Greg Hutchins.

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

Recebido/Submission: 30/06/2023
Aceitação/Acceptance: 13/08/2023

# Gestión de información en entidades financieras especializadas en el segmento microcrédito aplicando inteligencia de Negocios

Juan Camilo Giraldo Mejía[1], Darío Enrique Soto Duran[2], José Manuel Illera Recalde[3], Oscar Eduardo Gurrete Pachongo[4], Diana María Montoya Quintero[5], Olga Lucia Larrea Serna[6]

**jgiraldo1@tdea.edu.co; dsoto@tdea.edu.co; joseillera@unimayor.edu.co; ogurrete@unimayor.edu.co; dianamontoya@itm.edu.co; olgalarrea@itm.edu.co**

[1] tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia

[2] tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia

[3] institución universitaria colegio mayor del cauca, Popayán, Colombia

[4] institución universitaria colegio mayor del cauca, Popayán, Colombia

[5] instituto Tecnológico Metropolitano itm, Medellín, Colombia

[6] instituto Tecnológico Metropolitano itm, Medellín, Colombia

**Pages: 267-280**

**Resumen:** Las entidades financieras especializadas en el sector microcrédito tienen un gran reto en implementar nuevas tecnologías de la información como es la Inteligencia de Negos, para obtener beneficios en la toma acertada de decisiones empresariales. Este artículo presenta un modelo de analítica de datos aplicado a la colocación de cartera del segmento microcrédito diseñado en tres etapas: en la primera se realizó una revisión sistemática de la literatura para identificar casos aplicados con éxito y sus componentes, resaltando la definición de una arquitectura basada en Inteligencia de Negocios, la implementación de la metodología Hefesto para la creación de la Bodega de Datos y el uso de la visualización de la información; en la segunda etapa, se realizó una caracterización del proceso de colocación de cartera, y finalmente, se integró la información y se diseñó el modelo, el cual fue sometido a fases de prueba y evaluación por juicio de expertos, permitiéndole a la entidad financiera subsanar problemáticas relacionadas con la gestión de los datos en el sector microcrédito.

**Palabras-clave:** Analítica de datos, Inteligencia de Negocios, colocación de cartera, microcrédito, modelo.

***Information management in financial entities specialized in the microcredit segment applying business intelligence.***

***Abstract:*** Financial entities specialized in the microcredit sector have a great challenge in implementing new information technologies such as Business

Intelligence and data analytics, to obtain benefits in making the right business decisions. This article presents a data analytics model applied to the portfolio placement of the microcredit segment designed in three stages: in the first, a systematic review of the literature was carried out to identify successfully applied cases and their components, highlighting the definition of an architecture based on Business Intelligence, the implementation of the Hefesto methodology for the creation of the Data Warehouse and the use the visualization of the information; In the second stage, a characterization of the portfolio placement process was carried out, and finally, the information was integrated and the model was designed, which was subjected to testing and evaluation phases by expert judgment, allowing the financial institution to correct Problems related to data management in the microcredit sector.

***Keywords:*** Data analytics, Business Intelligence, portfolio placement, microcredit, model.

## 1. Introducción

La inteligencia de negocios (BI) permite revisar datos históricos mediante comparaciones, generando valor, además de alertar sobre sucesos atípicos (Novoa, Bermúdez, and Zamora 2019), su combinación con la analítica de datos representa, un alto valor en la estrategia empresarial y la toma de decisiones; aspectos que motivan a realizar la identificación de causas y efectos en la perspectiva de la manualidad y de los reprocesos en la gestión de datos. La manualidad y la ausencia de estándares para consulta, conservación, y visualización de la información se convierten en un problema para la adecuada toma de decisiones; puesto que los indicadores de gestión reflejados en los informes mensuales relacionados con el crecimiento de cartera, cantidad de clientes nuevos, ICV (Índice de cartera vencida) y clientes en mora, en ocasiones no coinciden con el análisis independiente realizado por otras áreas.

Como resultado de la exploración inicial en el sector financiero, se identificaron una serie de situaciones que afectan el análisis de datos, debido a que no se cuenta con un estándar para definir las fuentes de información, dado que es extractada a criterio del operador.

El artículo se desarrolló partiendo de la caracterización de experiencias e implementaciones aplicadas en la analítica de datos, en el campo de la colocación de cartera del producto microcrédito, realizando una revisión sistemática de literatura basado en el modelo citado por (Kitchenham et al. 2010). Posteriormente se especificó el proceso de colocación de cartera del producto microcrédito desde el marco de referencia citado por Betancourt (2015) dando alcance a componentes y actividades, entradas, salida, cliente, recursos, entre otros; este proceso fue comparado con el de otras entidades del sector financiero, con el propósito de establecer un marco de referencia a partir de las características que estas presentan. Finalmente se especificaron y caracterizaron los componentes para un modelo de analítica que permite el seguimiento de colocación de cartera del producto microcrédito. El modelo fue probado y evaluado por el área encargada del análisis de la información y toma de decisiones de una entidad financiera del sector microcrédito.

### 1.1. Revisión de literatura

Según (Acosta & Acosta, 2019), el diseño de tableros de mando como herramienta de Inteligencia de Negocios (BI), mejoran la revisión de los costos, entendimiento de los clientes, volumen de ventas, retención de clientes y anticipación de nuevas oportunidades de negocio.

Para la visualización de la información Bonet (2019) destaca tres puntos claves para utilizar Microsoft Power BI, estos son: la accesibilidad a la información, orientación al usuario final, y decisivo apoyo en la toma de decisiones. En la revisión de la adaptabilidad de los esquemas dimensionales con otros métodos o metodologías, permiten ordenar la información para encontrar las causas del problema, así como lo resaltó Giraldo, Jiménez, and Tabares (2017).

Gómez and Sabogal (2021) afirman qué, para una adecuada gestión del proceso primero se debe capacitar al personal sobre el "core" del negocio y de herramientas tecnológicas para la creación de reportes, logrando maximizar el uso de Inteligencia de Negocios en la organización.

Gutierrez (2017), resalta los beneficios de la inclusión de una solución basada en datos, con el fin de obtener un mejor análisis y toma de decisiones, reflejadas en los siguientes aspectos: Tangibles: por ejemplo, aumentar o disminuir ingresos/costos. Intangibles: por ejemplo, disminuir errores y evitar depender de otras áreas/usuarios. Estratégicos: como el aumento de la visión empresarial, gestión de procesos e incremento de las habilidades en cargos directivos. En un extracto de Ramírez (2008), citado por Gutiérrez (2020), describe que "la información es uno de los principales activos de las compañías, por lo cual las tecnologías de la información cumplen un papel importante en la operación".

Hidalgo (2017), recomienda el desarrollo de un sistema de Inteligencia de Negocios que contenga una Bodega de Datos que permita aplicar árboles de decisión y encontrar patrones que infieran a los gerentes sobre una adecuada toma de decisiones al momento de calificar al sujeto de crédito.

Por su parte (Vercellis, 2009), en su trabajo determinó que las metodologías Inteligencia de Negocios son aquellas destinadas para el análisis y procesamiento de los datos recolectados, con el propósito de permitir la toma de decisiones efectivas y a tiempo. Entre estas metodologías encontramos la exploración de datos, minería de datos, optimización y toma de decisiones.

Acosta & Acosta (2019) en la definición de gráficos estadísticos descriptivos, se resaltan los obtenidos por Gómez and Sabogal (2021), Gutiérrez (2020), López (2021) y Torres (2021) en sus trabajos de investigación, utilizando la herramienta de Microsoft Power BI.

De acuerdo con los trabajos realizados por Gómez & Sabogal (2021), Gutiérrez (2020), Hidalgo Ortiz (2017), López (2021), Pilamunga & Álvarez (2019), Giraldo et. Al (2017) y Acosta & Acosta (2019), resaltan el valor de los datos para la toma de decisiones y la necesidad de organizarlos desde su fuente, además de la importancia que tienen estos en el análisis y toma de decisiones en el ámbito empresarial.

La manualidad en la gestión de los datos está representado en el incremento no sustentable de recursos y tiempo; se identificaron resultados aceptables cuando se integra la analítica de datos con la arquitectura de Inteligencia de Negocios, como lo evidenciado por Torres (2021), López (2021), Acosta & Acosta (2019) y Pilamunga & Álvarez (2019); identificando que en la arquitectura más ajustada para el modelo propuesto debe contener cuatro fases: a) Fuentes de información, b) ETL , c) Bodega de Datos y d) Visualización.

Teniendo en cuenta el análisis y resultados del trabajo de investigación realizado por Torres (2021), en el cual se seleccionó la herramienta Pentaho Comunnity, por ser software libre, su valoración satisfactoria en el Cuadrante Mágico de Gartner es aceptable, así como las capacidades son aceptables dentro de su investigación, se estableció que para el desarrollo del componente b) ETL del modelo propuesto utilizara la herramienta Pentaho Spoon.

De acuerdo con los resultados de las interacciones de inteligencia de negocios con otras herramientas tecnológicas, citados por López (2021) , Giraldo et al. (2017) y Acosta & Acosta (2019), permite inferir que la Inteligencia de Negocios es parte importante para el adecuado aprovechamiento de los datos, que son previamente recolectados, almacenados y procesados garantizan una fuente fiable para la toma de decisiones

## 2. Metodología

Especificación del proceso de colocación de cartera del producto microcrédito

### A. Proceso de colocación de cartera

Dado el valor de los datos en el análisis y la toma de decisiones en el ámbito empresarial descritos en común por Gómez & Sabogal (2021), Gutiérrez (2020), Hidalgo Ortiz (2017), López (2021), Pilamunga & Álvarez (2019), Giraldo et. Al (2017) y Acosta & Acosta (2019) se considera relevante conocer de manera detallada el proceso de colocación de cartera, ya que su definición y alcance permitió organizar adecuadamente la información garantizando la adecuada utilización de la data.

**Actividades del proceso**: Las actividades se acoplaron al ciclo PHVA, en el Planear se definieron las estrategias y proyección de cifras comerciales para el periodo especifico de tiempo. En el Hacer se integraron secuencialmente la colocación de cartera desde la atención de la solicitud de crédito, validación de información de solicitantes, estructuración de la propuesta de crédito, evaluación y resultado **Entradas:** normativa relacionada con microcrédito, plan estratégico para el periodo, solicitud de crédito, seguimiento de la gestión comercial y del desempeño financiero. **Salida:** cumplimiento de la normatividad aplicable a la colocación de cartera, proyección de cartera, estrategias comerciales, respuesta a la solicitud de crédito, informe de indicadores de la gestión comercial y seguimiento del desempeño financiero con los respectivos planes de acción. **Cliente:** entidades reguladoras del sector financiero, auditoría, clientes, alta dirección, junta directiva, asesores comerciales y gestión de planeación. Es relevante indicar que el macroproceso contiene en todo su diseño componentes relacionados con la operatividad (Gestión de operaciones), recursos (Talento Humano) y documental

(Gestión de procesos). **Recursos:** para el desarrollo del objeto social, la entidad cuenta con recursos como Infraestructura y humanos como son los colaboradores en la sección comercial para la gestión de crédito con el cliente y operativa para los procesos documentales y formales de la relación contractual, finalmente los tecnológicos como el Core Bancario. **Proveedor:** entidades reguladoras del sector financiero, auditoría, consumidor financiero, gestión estratégica de la entidad, gestión comercial y financiera. **Alcance:** inicia con la solicitud de crédito del consumidor financiero o cliente, continua con la evaluación de la solicitud, desembolso de crédito y finaliza en la gestión de cobro. **Documentos:** para la solicitud de crédito se utiliza un formato único de vinculación de productos y servicios; para recopilación de información de negocio un formato de aprobación. **Flujo de información:** información primaria y secundaria. **Indicadores de gestión del proceso:** Crecimiento de cartera, Crecimiento en clientes e Índice de cartera vencida, el cual define porcentualmente la proporción del saldo de cartera en mora mayor e igual a 30 días, respecto del saldo total vigente de cartera. **Requisitos legales:** superintendencia financiera de Colombia el cual establece la normativa como la circular básica contable y financiera en su capítulo II (CBCF 100 de 1995) y Circular Básica Jurídica (CBJ 029 de 2014) (Normativa general SFC n.d.). Entre otros requisitos se encuentran Ley 1266 de 2008 - Habeas Data, Ley 1581 de 2012 - Protección de datos personales y Ley 590 del 2000 - Ley MIPYME. **Terminología de la operación:** Crédito Vigente, Crédito cancelado, Crédito en mora, Mora General Y Mora Mayor a 30. (Normativa general SFC, n.d.)

## B. Arquitectura del modelo

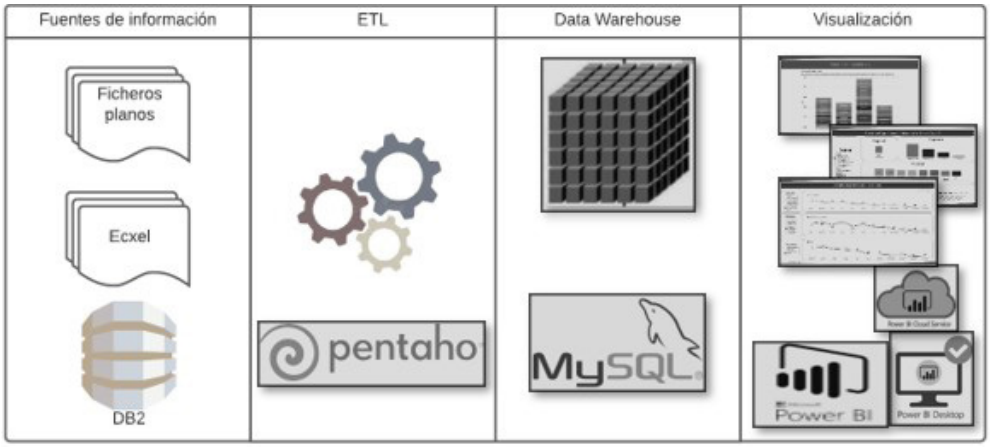



Figura 1 – Arquitectura del modelo
Fuente. Elaboración propia

El modelo propuesto integra Inteligencia de Negocios y analítica de datos; para ello se definió una arquitectura adaptada a los casos de éxito citados por Torres. (2021), Pilamunga y Álvarez (2021), López (2021) y Acosta y Acosta (2019), de los cuales se extractaron las siguientes cuatro fases (Ver Grafica 1): fuentes de información, ETL

(extracción, transformación y cargue de datos), construcción de una Bodega de Datos adaptando la metodología Hefesto, debido a que su implementación conservó una estructura ordenada y detallada para la gestión de los datos y requerimientos. La construcción del Tablero de Control en Power BI, basados en los resultados aceptables en los trabajos de investigación de Acosta & Acosta (2019) , Gómez and Sabogal (2021), Gutiérrez (2020), López (2021) y Torres (2021). Adicionalmente se realizó una prueba del modelo con la data de colocación de cartera de una entidad financiera. En la figura 1 se resaltan los cuatro componentes de la arquitectura, los cuales están enlazados con Inteligencia de Negocios, en concordancia con los citados en por Torres. (2021), Pilamunga y Álvarez (2021), López (2021) y Acosta y Acosta (2019).

## 2.1. Modelo

De acuerdo con la arquitectura y de los componentes tecnológicos, se estableció una secuencia (ver figura 2) ordenada sobre la forma en que el modelo da alcance de solución a la problemática. La Grafica 2 presenta los indicadores de gestión, las dimensiones contendrán los atributos y su articulación (Cubos), que son el insumo para la creación del Tablero de Control.

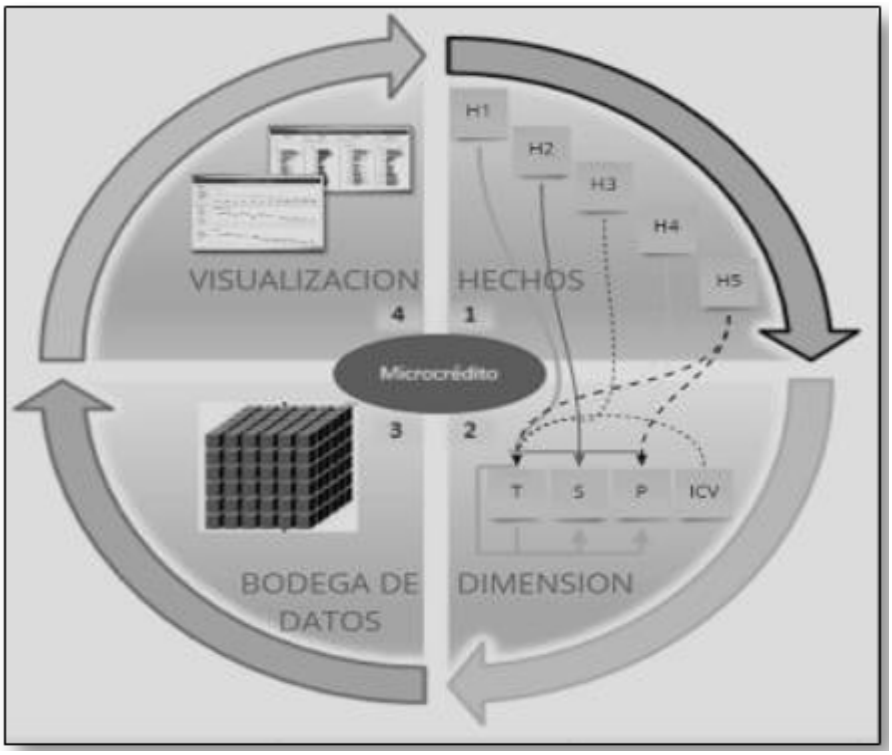



Figura 2 – Modelo Propuesto
Fuente. Elaboración propia

## 2.2. Fuentes de información

Teniendo en cuenta que las fuentes de información se encuentran normalizadas, es relevante considerar las equivalencias y transformaciones a utilizar (ver tabla 1).

| FUENTE | OBJETO | REGLAS DE NEGOCIO | VALIDACION DE DATOS |
|---|---|---|---|
| Registre el nombre de la tabla origen de datos | Registre el tipo de información conservada, por ejemplo: clientes, operación, ciudad etc. | Defina el código SQL como se realizará la extracción de la información según la fuente | Defina los criterios para excluir o modificar los datos extractados. |

Fuente. Elaboración propia

Tabla 1 – Definición de fuentes de información

## 2.2. Bodega de Datos

Para la construcción de los cubos se adaptó la metodología Hefesto ver Grafica 2, dada su importancia, desglose, ordenamiento, adaptabilidad citados por otros autores. A continuación, se realizará una breve descripción de cada uno de sus componentes según la recopilación literaria realizada.

## 2.3. Identificar preguntas, indicador y perspectivas

Se realizaron **preguntas** de acuerdo con las necesidades de información relacionadas con la colocación de cartera. Un **indicador** es un valor numérico que representan lo que se desea analizar concretamente, por ejemplo: saldos, promedios, cantidades, sumatorias, fórmulas, etc. Las **perspectivas** se refieren a los objetos mediante los cuales se quiere examinar los indicadores, con el fin de responder a las preguntas planteadas, por ejemplo: clientes, proveedores, sucursales, países, productos, rubros, etc. El tiempo es muy comúnmente una perspectiva.

## 2.4. Modelo lógico de la Bodega de Datos

Para el desarrollo del modelo lógico se definió plantear el orden visualizado en la Grafica 1, con el objeto de conservar las características de un proceso analítico en línea (OLAP) permitiendo un análisis multidimensional e interactivo de información de negocios a escala empresarial, soportando una baja concurrencia de usuarios dado el nivel gerencial; también permitió manejar grandes volúmenes de datos y respuesta rápida (Quispe 2018). En concordancia con lo anterior, se diseñaron cubos multidimensionales compuestos por tablas de hechos y dimensiones (Pilamunga and Álvarez 2019).

## 2.5. Análisis de requerimientos

Para el análisis se tomó como una de las referencias el reporte de los resultados de la encuesta sobre la situación actual del microcrédito en Colombia (Segovia-Baquero et al. 2021), realizada a veintiséis entidades del sector; resaltando que los factores que impiden otorgar un mayor volumen de microcrédito son la capacidad de pago de los

clientes (34,8 %), seguido por el sobrendeudamiento (20,1 %) y el historial crediticio (14,8 %).

No obstante, de acuerdo con el Manual metodológico para el microcrédito, dispuesto por la asociación Colombiana de Instituciones Microfinancieras Asomicrofinanzas (Quintero 2016).

Se dio valor a los indicadores tratados en la caracterización del proceso de colocación de cartera y de los citados por Quintero (2016).

### 2.6. Modelo lógico de la Bodega de Datos

Por la relación de la información frente a la solución de cada una de las preguntas, se definió el esquema en estrella, cuya característica era tener una tabla central denominada hecho, conectada a otras que contenían medidas que facilitaran el análisis de información denominadas dimensiones. (Torres 2021).

Tablas de dimensiones y Hechos

Para el diseño de las tablas de dimensiones, se recomendó tener en cuenta cada perspectiva con sus campos relacionados según la fuente de información. Se incluyó la dimensión tiempo, la cual tenía como objeto conservar trazabilidad de los datos bajo el concepto de dimensiones lentamente cambiantes (SLOWLY CHANGING DIMENSION -SCD) (Gutiérrez 2017).

## 3. Resultados

De la información resultante del modelo lógico se procedió a diseñar el Tablero de Control, los resultados fueron presentados a los directivos de nivel superior de la entidad Banco Mundo Mujer.

### A. Indicador 1.

En la figura 3 se observa el comportamiento de los saldos de cartera correspondientes al año 2021; información que puede ser filtrada por regional, sucursal, segmento o tipo de crédito.

De acuerdo con la parametrización sobre el Tablero de Control (regional: Cauca, sucursal: Popayán Ciudad Jardín, segmento: agropecuario y tipo de crédito: todos), permitieron inferir la afectación de la cartera en el mes de mayo de 2021.

### B. Indicador 2.

En la figura 4 se observa la cantidad de clientes nuevos correspondientes a la cartera del año 2021; información que puede ser filtrada por regional, sucursal, segmento o tipo de crédito.

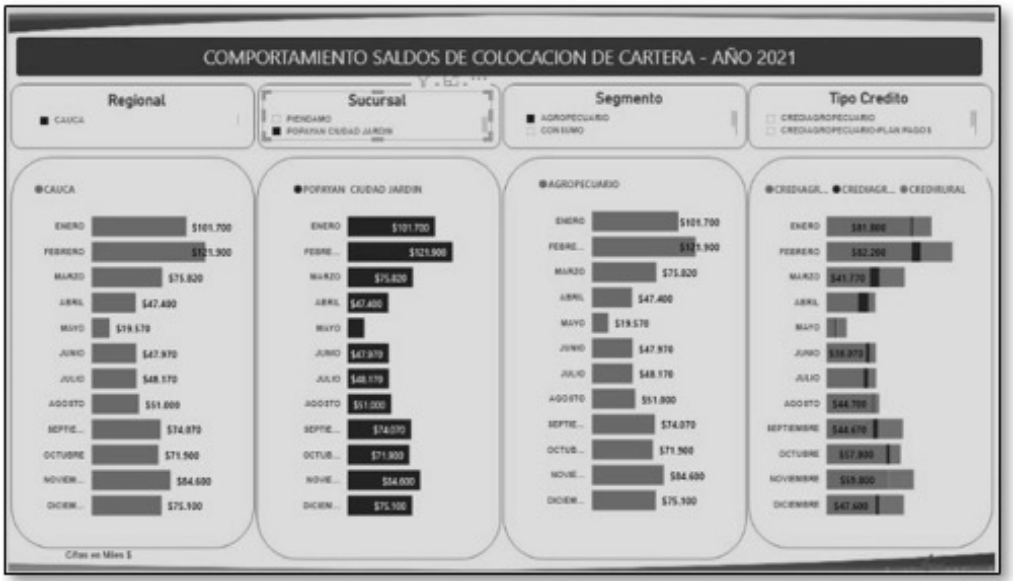



Figura 3 – Indicador de crecimiento de cartera
Fuente. Elaboración propia

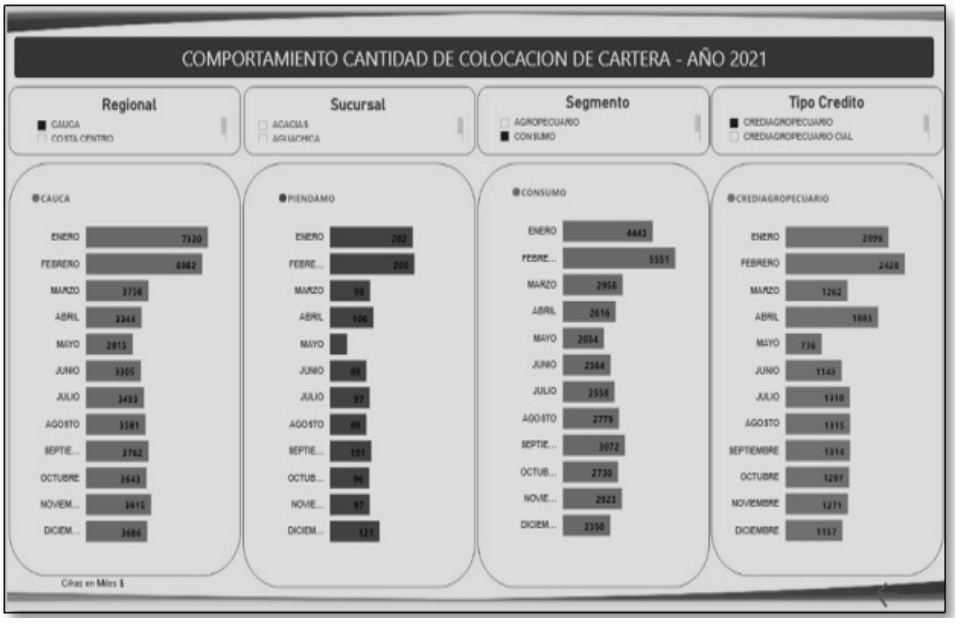



Figura 4 – Indicador de crecimiento de clientes
Fuente. Elaboración propia

Respecto de la Grafica. Esta se obtuvo bajo los siguientes parámetros regional: Cauca, sucursal: Piendamó, comparando el segmento: consumo y el tipo de crédito: agropecuario; permitiendo inferir una reactivación de colocación en el mes de febrero de 2021.

### C. Indicador 3.

En la figura 5 se observa el comportamiento del índice de cartera vencida (ICV) correspondiente al año 2021; información que podía ser filtrada por regional, sucursal y segmento.

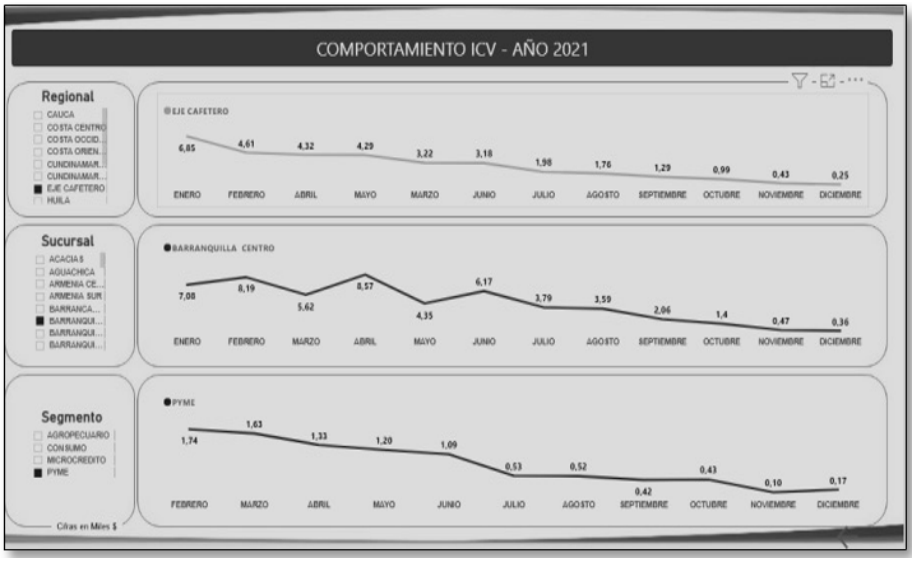



Figura 5 – Indicador de índice de cartera vencida (ICV)
Fuente. Elaboración propia

En la figura 7 se observa la cantidad de clientes en mora entre 1 y 30 días correspondiente al año 2021; información que pudo ser filtrada por Regional, sucursal, segmento y tipo de crédito.

De acuerdo con la parametrización regional: Costa Occidente, segmento: todos, sucursal: todos y tipo de crédito: todos; permitió inferir que los clientes del producto agropecuario son los más representativos frente al comportamiento de la mora entre cero y treinta días.

### F. Validación del modelo con juicio de expertos tomando instrumentos de referencia.

El modelo se sometió a evaluación por parte de juicio de expertos, desde dos perspectivas, la primera efectuada por el funcionario encargado dentro de la entidad de temas relacionados con tecnología y la segunda, con el funcionario usuario del Tablero de Control de los indicadores de gestión de cartera.

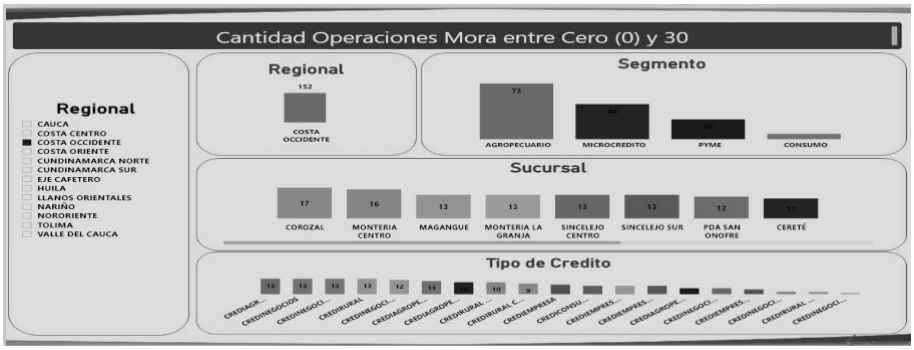



Figura 7 – Indicador de créditos con mora entre ero y treinta días
Fuente. Elaboración propia

Para la perspectiva de tecnología, fue llevada a cabo bajo diez criterios de evaluación de iniciativas, adaptado a PQA (Aseguramiento de la calidad del proyecto CMMI. DEV-2.0), cada uno de los criterios fue evaluado en una escala de calificación de uno a cinco, siendo uno la calificación más baja y cinco la más alta.

Ahora, para efectos de aceptación por parte de la entidad, la solución fue considerada viable para implementar (Ver tabla 2), sí su calificación es mayor a 3.0. No obstante, la evaluación fue conservada bajo las políticas de seguridad de información de la entidad.

| Ítem | CRITERIO DE EVALUACIÓN | CALIFICACION | COMENTARIO |
|---|---|---|---|
| 1 | ROBUSTEZ ***(Sólido aún en situaciones difíciles)*** | 4 | Se acepta al respaldo de las BD y copias por políticas de seguridad de la información. |
| 2 | EXTENDIBILIDAD ***(Fácil de que le sean añadidas nuevas características)*** | 4 | Por el alcance de herramientas tecnológicas adquiridas por la entidad. |
| 3 | DESEMPEÑO ***(Hace lo que tiene que hacer en el tiempo requerido)*** | 5 | El proceso de ETL es un factor positivo, además de los componentes del modelo son aceptables al modelo del negocio. |
| 4 | USABILIDAD O AMIGABLE AL USUARIO ***(Fácil de usar desde el punto de vista del usuario final)*** | 4 | Dada la capacitación a un primer grupo de funcionarios sobre Power BI |
| 5 | INTEGRIDAD ***(Que la información no se pierda ni se la puedan modificar o cambiar o capturar personas no autorizadas; o que la información almacenada permanezca consistente)*** | 5 | Favorabilidad por el diseño de cubos y SCD |
| 6 | PORTABILIDAD ***(Que pueda portarse fácilmente de una plataforma a otra)*** | 5 | Se ajusta alas necesidades de la entidad. |

| Ítem | CRITERIO DE EVALUACIÓN | CALIFICACION | COMENTARIO |
|---|---|---|---|
| 7 | COMPATIBILIDAD ***(Que sea compatible con anteriores versiones, si las hay)*** | 4 | Se ajusta alas necesidades de la entidad. |
| 8 | MANTENIMIENTO ***(Que sea de fácil mantenimiento)*** | 3 | En proceso de revisión. |
| 9 | DOCUMENTACIÓN ***(Que esté suficientemente documentado)*** | 3 | Se suministra un borrador de inicio. |
| 10 | GRADO DE INVENCIÓN O INNOVACIÓN | 4 | Aprovechamiento de data y visualizaciones. |

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2 – Evaluación de iniciativas - TI

Para la perspectiva de crédito (Ver tabla 3), se sometió a evaluación del funcionario encargado de crédito y cartera, quién realizó seguimiento de las cifras de colocación de cartera y de los indicadores de gestión dentro de las funciones de control independientes dentro de la entidad. La calificación se efectuó de acuerdo con ocho criterios, y sus resultados serían sometidos sobre las mismas premisas de la tecnología.

| Ítem | CRITERIO DE EVALUACIÓN | CALIFICACION | COMENTARIOS |
|---|---|---|---|
| 1 | LAS FUENTES DE INFORMACIÓN GUARDAN RELACIÓN CON EL MODELO DE NEGOCIO | 4 | Conserva la estructura requerida. |
| 2 | COHERENCIA DE LA DATA | 5 | Validación aleatoria sin observaciones, no se detectaron desordenes de la data. |
| 3 | COMPARACIÓN DE INFORMACIÓN HISTÓRICA | 4 | Validación aleatoria sin observaciones |
| 4 | DASH BOARD AMIGABLES AL USUARIO FINAL | 4 | Visualmente refleja la información requerida. |
| 5 | TIEMPO DE RESPUESTA | 4 | Aceptable etapas para de y |
| | | | generación informes. de |
| 6 | PORTABILIDAD ***(QUE PUEDA PORTARSE FÁCILMENTE DE UNA PLATAFORMA A OTRA)*** | 4 | Publicación en la nube – App permite consultas en smatphone |
| 7 | DOCUMENTACIÓN | 4 | evaluación del procedimiento |
| 8 | GRADO DE INVENCIÓN O INNOVACIÓN | 5 | Aceptable |

Fuente. Elaboración propia

Tabla 3 – Evaluación de iniciativas - Crédito

## 4. Conclusion

El modelo de analítica de datos permitió mejorar la toma de decisiones basadas en datos para colocación de cartera del producto microcrédito en la entidad, logrando superar situaciones como el no contar con un estándar para definir las fuentes de información, errores por datos nulos o inconsistentes, consulta repetitiva para obtener la misma información, repositorio de información y demoras en el procesamiento de grandes volúmenes de datos. Con el resultado obtenido mediante las visualizaciones, se logró establecer las afectaciones de la cartera por factores externos, el comportamiento de la mora (representado en el ICV) y su concentración por segmento. El análisis descriptivo de los indicadores permitió a los usuarios definir, y establecer estrategias para fortalecer y/o controlar la colocación de cartera en determinados segmentos, obteniendo gráficos descriptivos que permitieron analizar los indicadores de gestión, dando respuesta a cada una de las preguntas formuladas. El resultado de la evaluación del modelo realizado por los expertos en tecnología y crédito fue considerado como favorable. Por parte del experto en tecnología se indicó "Considerando la gestión del plan estratégico de auditoría basada en datos y la construcción del portafolio de ofertas de servicios, permite inferir un concepto favorable de la iniciativa planteada, conservando las políticas de seguridad de la información de la entidad". Y por parte del experto en crédito se indicó "entrego un concepto favorable respecto del modelo de analítica de datos aplicado a la colocación de cartera del segmento microcrédito".

## Referencias

Acosta Bustamante, L. A., & Acosta Bustamante, M. A. (2019). Implementación de inteligencia de negocios basada en un data Warehouse en el sector financiero–Huánuco 2019.

Betancourt, D. F. (2015). *ISO:9001 Planificación a nivel táctico*.

Bonet, D. (2019). *Power BI, la herramienta Clave para la toma de decisiones*.

Giraldo, J. C., Jiménez, J., & Tabares, M. (2017). Modelo para optimizar el proceso de gestión de negocio combinando minería de procesos con inteligencia de negocios desde almacenes de datos. *Revistaespacios.Com*, *38*.

Gomez Del Rio, C. G. Optimización de "bussines intelligence" para la toma de decisiones asertiva a nivel estratégico.

Gutierrez, D. K. (2017). *Diseño E Implementación De Un Bodega de DatosPara La Creación De Informes Gerenciales*.

Gutierrez Mejia, M. I. Modelo Adoptado Para La Toma De Decisiones Efectivas En El Fondo De Garantias De Instituciones Financieras.

Hidalgo Ortiz, A. Y. (2017). *El análisis inteligente de datos y su incidencia en el otorgamiento de créditos financieros en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Maquita Cushun Ltda* (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Dirección de Posgrado. Maestría en Gestión de Bases de Datos III Versión).

Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Brereton, O. P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering–a tertiary study. *Information and software technology*, *52*(8), 792-805.

López Moreno, D. F. (2021). Diseño de dashboard en una herramienta BI de la colocación de cartera hipotecaria para una fábrica de crédito.

Normativa general SFC. (n.d.). *Normativa General SFC*. https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/19167

Intelligence, B. (2009). Data Mining and Optimization for Decision Making. *Carlo Vercellis*.

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

Recebido/Submission: 16/06/2023
Aceitação/Acceptance: 18/08/2023

# Metodología para la identificación biométrica a partir de señales EEG en múltiples estados emocionales

Carolina Duque-Mejía[1], Andrés Castro[1], Eduardo Duque[2,3], Leonardo Serna-Guarín[1], Leandro L. Lorente-Leyva[4,5], Diego Peluffo-Ordóñez[6], Miguel A. Becerra[2]

**miguel.becerra@pascualbravo.edu.co**

[1] Instituto Tecnológico Metropolitano, 050042, Medellín, Colombia

[2] Institución Universitaria Pascual Bravo, 050042, Medellín, Colombia

[3] Institución Universitaria ESUMER, 050042, Medellín, Colombia

[4]SDAS Research Group (https://sdas-group.com/), Ben Guerir 43150, Morocco

[5]Faculty of Law, Administrative and Social Sciences, Universidad UTE, Quito, Ecuador

[6]College of Computing, Mohammed VI Polytechnic University, Ben Guerir 43150, Morocco

**Pages: 281-288**

**Resumen:** La identificación biométrica está en constante desarrollo al igual que los sistemas que la vulneran, por lo que es un campo abierto de investigación que requiere nuevos análisis y aplicación de técnicas que permitan identificar sus vulnerabilidades y mejorar sus niveles de confiabilidad. En este trabajo se propone un sistema de identificación biométrica basado en señales EEG en múltiples estados emocionales considerando que la dinámica subyacente de las señales EEG varían de acuerdo con el estado emocional, lo que puede afectar la precisión en los modelos de clasificación. El estudio fue llevado a cabo usando la base de datos SEED la cual ha sido ampliamente aplicada en el estudio de emociones. Las señales fueron preprocesadas, luego se realizó un proceso de extracción de características y finalmente se construyeron 5 diferentes modelos de clasificación logrando una exactitud del 94% con el modelo basado en el algoritmo de clasificación de bosques aleatorios.

**Palabras-clave:** Aprendizaje automático; biometría; emociones; señales EEG

## *Methodology for biometric identification based on EEG signals in multiple emotional states*

***Abstract:*** Biometric identification is in constant development as well as the systems that violate it, so it is an open field of research that requires new analysis and application of techniques to identify its vulnerabilities and improve its reliability levels. In this work we propose a biometric identification system based on EEG signals in multiple emotional states considering that the underlying dynamics of EEG signals vary according to the emotional state, which may affect the accuracy

of classification models. The study was conducted using the SEED database which has been widely applied in the study of emotions. The signals were preprocessed, then a feature extraction process was performed and finally 5 different classification models were built achieving an accuracy of 94% with the model based on the random forest classification algorithm.

***Keywords:*** Machine learning; biometrics; emotions; EEG signals.

## 1. Introducción

Actualmente existe una amplia variedad de métodos para la identificación humana como lo son las contraseñas, tarjetas de acceso, pines, entre otros, los cuales pueden ser robados, perdidos u olvidados con facilidad, por ello se han venido desarrollando los sistemas biométricos, los cuales hacen referencia a las técnicas utilizadas para la identificación de personas por medio de sus características físicas o sus señales fisiológicas (Zapata et al., 2017). Entre las características físicas más utilizadas están la huella dactilar (Jung et al., 2023), el iris, y el rostro y entre las señales se encuentran la electroencefalografía (EEG) (Oikonomou, 2023), electromiografía (EMG) (Pleva et al., 2022), electrocardiografía (ECG) (Mitchell et al., 2023), voz entre otros, siendo esta última la más utilizada en biometría. Sin embargo, los otros tipos de señal son actualmente un campo abierto de investigación de gran interés para los investigadores debido a sus características y la posibilidad de formar sistemas más robustos ante ataques de suplantación, ya que estas señales no son visibles por el ser humano (Zapata et al., 2017) .

Las señales EEG (señal eléctrica del cerebro) son utilizadas actualmente para identificar patologías como tumores cerebrales, disfunciones cerebrales, trastornos del sueño entre otros. Por otro lado, los EEG han sido explorados recientemente como una alternativa para la identificación biométrica ya que estas señales cumplen con las condiciones de universalidad, singularidad, permanencia, medición y rendimiento (Moreno-Revelo et al., 2017; Rahman et al., 2022). En (Alyasseri et al., 2022) fue propuesto un sistema biométrico a partir de señales EEG en el cual se formula un problema de optimización binaria para la selección de los canales y aplican máquinas de vector soporte (SVM) con kernel de base radial (RBF) usando características basadas en coeficientes autorregresivos; el método propuesto obtuvo una precisión del 94.13% usando 23 sensores y 5 coeficientes autorregresivos. En (Abdi Alkareem Alyasseri et al., 2022) se presenta un método de selección de canales EEG, versión binaria k vecinos más cercanos (K-NN) multiobjetivo (MOBCS-KNN), obteniendo una precisión del 93.86% usando 24 sensores y coeficientes autorregresivos AR20. En (Radwan et al., 2022) se propone un método de identificación biométrica con redes neuronales profundas para la tarea de clasificación, construyeron 3 modelos discriminantes de aprendizaje profundo (CNN, LSTM y GRU), obteniendo resultados similares pero superior para LSTM con un 97.83% de precisión. En (Hendrawan et al., 2021) se describe un sistema biométrico a partir de un solo canal de EEG, la señal fue segmentada con una longitud de 5s, y se extrajo la banda Alpha por medio de la transformada discreta de wavelet (DWT), se aplicó densidad espectral de potencia (PSD), análisis discriminante lineal (LDA) y SVM para la clasificación, alcanzando un rendimiento de 86% de exactitud usando LDA.

Los sistemas biométricos a partir de señales EEG han demostrado buen rendimiento en la identificación, pero aun es un tema abierto de investigación debido a que estas señales pueden ser afectadas por las emociones, enfermedades, entre otros; generando con esto una variación en las señales de referencia que son usadas para el entrenamiento de los sistemas, llevando con ello a disminuir el rendimiento. Particularmente para la identificación de emociones, se han realizado múltiples estudios usando señales EEG (Becerra et al., 2018; Kumar & Kumar, 2021; Londoño-Delgado et al., 2019). En (Sakalle et al., 2021) fue propuesto un sistema de ondas cerebrales portable para el reconocimiento de emociones positivas, negativas y neutrales usando las bases de datos DEAP y SEED, el mejor rendimiento se obtuvo usando LSTM con una precisión del 94.12%. En (Galvão et al., 2021) fue construido un modelo de aprendizaje de máquinas, usando un regresor KNN con distancia de Manhattan, características de las bandas Alpha, beta, gamma y asimetría diferencial de la banda Alpha, los resultados obtenidos demuestran que el modelo puede predecir la valencia y el Arousal, con una exactitud del 84.4%.

Considerando lo anterior, en este trabajo se realiza un estudio comparativo de diferentes algoritmos de clasificación (K-NN, SVM, Bosques aleatorios, regresión lineal y redes neuronales artificiales-ANN) para la identificación biométrica a partir de señales EEG considerando las emociones de los individuos. En este estudio se utiliza la base de datos de señales EEG denominada SEED (Liu et al., 2022), la cual ha sido aplicada ampliamente en el estudio de las emociones. El algoritmo de bosques aleatorios demostró la mayor exactitud (94%) superando los demás algoritmos.

## 2. Marco experimental

En la figura 1 se muestra el procedimiento propuesto el cual se ejecutó en 5 etapas, en la primera se realizó un preprocesamiento para eliminar el ruido de las señales y normalizarlas. Luego, en la segunda etapa se segmentaron las señales en tramas de 9 segundos con el objetivo de tener un volumen más elevado de señales para la identificación de individuos. El siguiente paso aplicado fue la extracción de características, el cual permitió obtener un conjunto de atributos. Luego se seleccionaron los atributos más relevantes para la identificación de emociones, lo cual fue llevado a cabo poniendo a prueba individualmente cada uno de los atributos obtenidos sobre tres tipos de predictores de emociones (regresión lineal, bosques aleatorios (RF) y SVM). Finalmente, 5 modelos de clasificación fueron construidos usando las 4 características más relevantes obtenidas en el paso anterior. Los 5 modelos construidos son: regresión lineal, k-NN, bosques aleatorios, SVM y redes neuronales de aprendizaje profundo.

*Base de datos SEED:* esta base de datos consta de señales EEG de 7 hombres y 8 mujeres con una media de edad entre 23 y 27 años y una desviación estándar de 2,37. Para la base de datos se eligieron 15 clips de películas chinas como material de estímulo para generar emociones positivas, negativas y neutras, cada experimento consta de 15 ensayos, las señales EEG son tomadas con un gorro que cumple el sistema internacional 10-20 y consta de 62 canales, estas señales fueron preprocesadas y fueron filtradas a 200 Hz. Las etiquetas de cada señal corresponden a (-1 para negativo, 0 para neutral y +1 para positivo) (Liu et al., 2022).

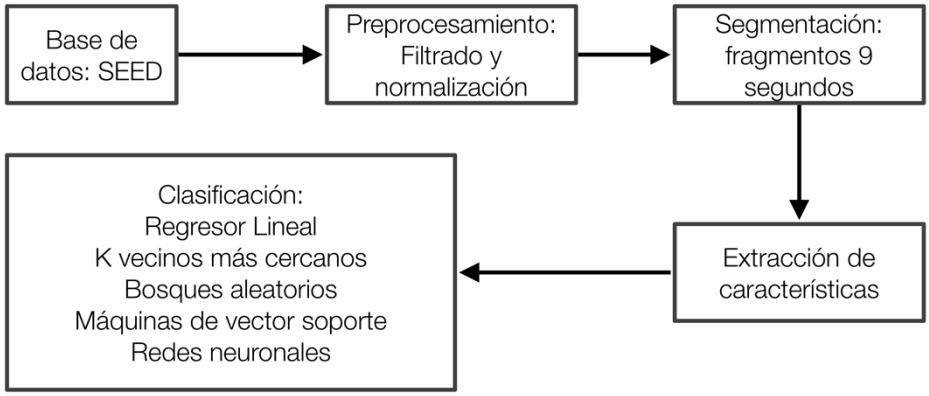



Figura 1 – Procedimiento propuesto

*Preprocesamiento*: Se realizó un suavizado de las señales aplicando la media móvil, el cual elimina los cambios sutiles en el estado de ánimo, se realiza normalización para tener todos los datos en la misma proporción, filtrado pasa bandas [1HZ, 75HZ] y eliminación de línea base.

*Extracción de características*: Diferentes medidas fueron obtenidas para cada cada una de las señales EEG, a partir usando características derivadas de *moving average, linear dynamic systems* (LDS), *rational asymmetry* (RASM), *computed differential symmetry* (DASM), *differential entropy* (DE), *differential caudality* (DCAU), *power spectral density* (PSD), *asymmetry* (ASM).

*Clasificación:* En este estudio se implementaron 5 clasificadores así: Regresor lineal, máquina de vector soporte (SVM)(Cortes & Vapnik, 1995), bosques aleatorios (RF) (Gislason et al., 2006) redes neuronales (RNN)(Kumar & Kumar, 2021) y K vecinos cercanos (KNN). Se realizó la clasificación con una sola característica y con la fusión de varias de ellas para evaluar el rendimiento. Finalmente, se aplicó validación cruzada y kfolds con el fin de realizar un análisis estadístico de los resultados para validar el modelo.

## 3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos con los predictores de emociones: lineal, RF y SVM. El predictor SVM obtuvo la más alta precisión 0.82% con la característica DE_LDS. Al mismo tiempo se puede ver como la entropía diferencial muestra ser una característica que aporta gran información obteniendo los mejores resultados con los 3 diferentes clasificadores 0.79 en promedio con DE_LDS seguido con un 0.78 en promedio con DE_movingaverage.

| | **Linear** | **SVM (rbf)** | **RF** | **Promedio** |
|---|---|---|---|---|
| **DE_movingaverage** | 0.7925 | 0.7925 | 0.7555 | **0.7802** |
| **DE_LDS** | 0.8074 | 0.82 | 0.7925 | **0.7925** |

| | Linear | SVM (rbf) | RF | Promedio |
|---|---|---|---|---|
| **PSD_movingAve** | 0.637 | 0.666 | 0.78 | 0.6943 |
| **PSD_LDS** | 0.585 | 0.6888 | 0.7703 | 0.6814 |
| **DASM_movingAve** | 0.4592 | 0.6074 | 0.5703 | 0.5456 |
| **DASM_LDS** | 0.474 | 0.6 | 0.6592 | 0.5777 |
| **RASM_movingAve** | 0.42 | 0.6 | 0.62 | 0.5467 |
| **RASM_LDS** | 0.444 | 0.614 | 0.6 | 0.5527 |
| **ASM_movingAve** | 0.4074 | 0.5925 | 0.6518 | 0.5506 |
| **ASM_LDS** | 0.4814 | 0.6148 | 0.6444 | 0.5802 |
| **DCAU_movingAve** | 0.637 | 0.6962 | 0.7481 | 0.6938 |
| **DCAU_LDS** | 0.644 | 0.696 | 0.7555 | 0.6985 |

Tabla 1 – Desempeño de los modelos con diferentes características

Se realizaron diferentes pruebas para la identificación biométrica bajo diferentes combinaciones de las características obtenidas. Los mejores resultados fueron obtenidos con las 4 variables en conjunto de mejor desempeño para la identificación de emociones obtenidos en el paso anterior (ver tabla 1). En la tabla 2 y en la figura 2 se presentan los resultados obtenidos con los 5 diferentes clasificadores construidos y fusionando las 4 características DE_movingaverage, DE_LDS, PSD_movingaverage y psd_LDS para la identificación biométrica lo cual aumento significativamente la exactitud, logrando un 94.44% con bosques aleatorios y 92.59% con SVM.

| Clasificadores | Exactitud |
|---|---|
| Lineal | 0.662963 |
| SVM | 0.925926 |
| RF | **0.944444** |
| RNN | 0.914815 |
| K-NN | 0.859259 |

Tabla 2 – Desempeño de los clasificadores con las 4 características más relevantes

## 4. Conclusiones

En este trabajo, se propuso un sistema de identificación biométrico a partir de señales EEG teniendo a las emociones como factor fundamental. Los resultados permitieron demostrar la influencia de las emociones sobre la identificación biométrica de los individuos. Este sistema se puede utilizar con el fin de mejorar el aprendizaje de los clasificadores para biometría basados en señales EEG. El clasificador basado en bosques aleatorios mostró el mejor desempeño con la fusión de características logrando una exactitud del 94.4% con LDS, DE y PSD.



Figura 2 – Desempeño de los clasificadores.

La característica que más información aporto al sistema fue DE_LDS, la cual obtuvo los mejores resultados con los 3 diferentes clasificadores (SVM, Lineal, RF) alcanzando una exactitud máxima del 82% con una sola característica.

Se propone como trabajo futuro ampliar el espacio de representación usando otras medidas lineales y no lineales y realizar un estudio usando descomposición de modo empírico. Adicionalmente, se propone el uso de técnicas de análisis de relevancia para la reducción de dimensionalidad y determinar de manera efectiva cuales características son más inmunes a la variación de las emociones. También se proponer realizar un análisis de tolerancia al ruido de las características sobre los métodos propuestos considerando los diferentes tipos de estados emocionales.

## Referencias

Abdi Alkareem Alyasseri, Z., Alomari, O. A., Al-Betar, M. A., Awadallah, M. A., Hameed Abdulkareem, K., Abed Mohammed, M., Kadry, S., Rajinikanth, V., & Rho, S. (2022). EEG Channel Selection Using Multiobjective Cuckoo Search for Person Identification as Protection System in Healthcare Applications. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*, 1–18. https://doi.org/10.1155/2022/5974634

Alyasseri, Z. A. A., Alomari, O. A., Makhadmeh, S. N., Mirjalili, S., Al-Betar, M. A., Abdullah, S., Ali, N. S., Papa, J. P., Rodrigues, D., & Abasi, A. K. (2022). EEG Channel Selection for Person Identification Using Binary Grey Wolf Optimizer. *IEEE Access*, *10*, 10500–10513. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3135805

Becerra, M. A., Londoño-Delgado, E., Pelaez-Becerra, S. M., Castro-Ospina, A. E., Mejia-Arboleda, C., Durango, J., & Peluffo-Ordóñez, D. H. (2018). *Electroencephalographic Signals and Emotional States for Tactile Pleasantness Classification* (pp. 309–316). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01132-1_35

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Machine Learning*, *20*(3), 273–297. https://doi.org/10.1023/A:1022627411411

Galvão, F., Alarcão, S. M., & Fonseca, M. J. (2021). Predicting Exact Valence and Arousal Values from EEG. *Sensors*, *21*(10), 3414. https://doi.org/10.3390/s21103414

Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., & Sveinsson, J. R. (2006). Random forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*, *27*(4), 294–300. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.08.011

Hendrawan, M. A., Saputra, P. Y., & Rahmad, C. (2021). Identification of optimum segment in single channel EEG biometric system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, *23*(3), 1847. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v23.i3.pp1847-1854

Jung, H., Sim, S., & Lee, H. (2023). Biometric authentication security enhancement under quantum dot light-emitting diode display via fingerprint imaging and temperature sensing. *Scientific Reports*, *13*(1), 794. https://doi.org/10.1038/s41598-023-28162-6

Kumar, A., & Kumar, A. (2021). DEEPHER: Human Emotion Recognition Using an EEG-Based DEEP Learning Network Model. *The 8th International Electronic Conference on Sensors and Applications*, 32. https://doi.org/10.3390/ecsa-8-11249

Liu, W., Zheng, W.-L., Li, Z., Wu, S.-Y., Gan, L., & Lu, B.-L. (2022). Identifying similarities and differences in emotion recognition with EEG and eye movements among Chinese, German, and French People. *Journal of Neural Engineering*, *19*(2), 026012. https://doi.org/10.1088/1741-2552/ac5c8d

Londoño-Delgado, E., Becerra, M. A., Duque-Mejía, C. M., Zapata, J. C., Mejía-Arboleda, C., Castro-Ospina, A. E., & Peluffo-Ordóñez, D. H. (2019). Non-generalized Analysis of the Multimodal Signals for Emotion Recognition: Preliminary Results. In I. Rojas, O. Valenzuela, F. Rojas, & F. Ortuño (Eds.), *Bioinformatics and Biomedical Engineering* (pp. 363–373). Springer International Publishing.

Mitchell, A. R. J., Ahlert, D., Brown, C., Birge, M., & Gibbs, A. (2023). Electrocardiogram-based biometrics for user identification – Using your heartbeat as a digital key. *Journal of Electrocardiology*, *80*, 1–6. https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2023.04.001

Moreno-Revelo, M., Ortega-Adarme, M., Peluffo-Ordoñez, D. H., Alvarez-Uribe, K. C., & Becerra, M. A. (2017). Comparison among physiological signals for biometric identification. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 10585 LNCS*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68935-7_47

Oikonomou, V. P. (2023). Human Recognition Using Deep Neural Networks and Spatial Patterns of SSVEP Signals. *Sensors*, *23*(5), 2425. https://doi.org/10.3390/s23052425

Pleva, M., Korecko, S., Hladek, D., Bours, P., Skudal, M. H., & Liao, Y.-F. (2022). Biometric User Identification by Forearm EMG Analysis. *2022 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan*, 607–608. https://doi.org/10.1109/ICCE-Taiwan55306.2022.9869268

Radwan, S. H., El-Telbany, M., Arafa, W., & Ali, R. A. (2022). *Deep Learning Approaches for Personal Identification Based on EGG Signals* (pp. 30–39). https://doi.org/10.1007/978-3-030-89701-7_3

Rahman, A., Chowdhury, M. E. H., Khandakar, A., Tahir, A. M., Ibtehaz, N., Hossain, M. S., Kiranyaz, S., Malik, J., Monawwar, H., & Kadir, M. A. (2022). Robust biometric system using session invariant multimodal EEG and keystroke dynamics by the ensemble of self-ONNs. *Computers in Biology and Medicine*, *142*, 105238. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2022.105238

Sakalle, A., Tomar, P., Bhardwaj, H., Acharya, D., & Bhardwaj, A. (2021). A LSTM based deep learning network for recognizing emotions using wireless brainwave driven system. *Expert Systems with Applications*, *173*, 114516. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114516

Zapata, J. C., Duque, C. M., Rojas-Idarraga, Y., Gonzalez, M. E., Guzmán, J. A., & Becerra Botero, M. A. (2017). Data fusion applied to biometric identification – A review. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 735). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66562-7_51

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

Recebido/Submission: 22/06/2023
Aceitação/Acceptance: 09/08/2023

# Diseño funcional y pruebas de desempeño de un prototipo de bote eléctrico no tripulado para vigilancia y reconocimiento fluvial

David Alvarado[1], Kevin Amor[1], Marcela Arrieta[1], Adriana Castaño[1], Brian Yarzagaray[1], Omar Vásquez[1]

**dalvarado@cotecmar.com; kamor@cotecmar.com; marrieta@cotecmar.com; acastaño@cotecmar.com; byarzagaray@cotecmar.com; ovasquez@cotecmar.com**

[1] COTECMAR, Mamonal km.9, Cartagena de Indias, Colombia.

**Pages: 289-302**

**Resumen:** Los vehículos de superficie no tripulados (USV), en la última década han ido paulatinamente reemplazando a embarcaciones de mayor tamaño en aplicaciones civiles y militares. La Armada de Colombia, en su Plan de Desarrollo Naval, presenta la necesidad de contar con embarcaciones no tripuladas para el desarrollo de diversas actividades como las misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento en ríos. Al mismo tiempo, acorde a los requerimientos propios de la transición energética hacia el uso de energías limpias, se espera que el desarrollo de futuros USV tengan en consideración el uso de tecnologías de propulsión hibridas o netamente eléctricas. En este trabajo se presenta el desarrollo y pruebas de desempeño del prototipo de un bote de propulsión eléctrica no tripulado para misiones de vigilancia y reconocimiento fluvial (ISR).

**Palabras-clave:** USV; botes en aluminio; propulsión eléctrica; 'ISR'.

## *Functional design and trial tests of an unmanned electric surface vehicle for riverine surveillance and reconnaissance missions*

***Abstract:*** In the last decade, Unmanned surface vehicles (USV) have been gradually replacing applications traditionally developed by heavier and expensive manned vessels in both military and civil fields. The Colombian Navy in its Master Plan upon 2042 presents the need for USV to intelligence, surveillance, and reconnaissance missions (ISR) in riverine environments. Likewise, according to the requirements related to the energetic transition to less contaminant power supplies, these new USV are expected to consider the application of hybrid or all-electric propulsion systems. This work aims to present the design and trial test of an unmanned electric surface vehicle for surveillance and reconnaissance missions.

***Keywords:*** USV; Aluminum hulls; electric propulsion; ISR missions.

## 1. Introducción

En las últimas dos décadas, los vehículos no tripulados han ganado un rol cada vez más preponderante en aplicaciones tanto civiles como militares (Wang, y otros, 2023). Actividades que tradicionalmente eran desarrolladas con embarcaciones tripuladas de mayor tamaño, desplazamiento y en ocasiones exponiendo a sus tripulantes a actividades peligrosas y repetitivas, son paulatinamente reemplazadas por vehículos no tripulados (Meng, Chuang, Tianhe, & Huibin, 2023) (Arwala, 2023). Entre estas actividades se incluyen: cartografía marina, estudios de organismos marinos, monitorización ambiental, trasbordo de pasajeros, remoción de minas y tareas de inteligencia, vigilancia, adquisición de datos y reconocimiento (Yan, Pang, Sun, & Pang, 2010) (Zhou, Gu, Wen, Du, & Xiao, 2020).

Respecto a estas últimas, los Estados Unidos e Israel son lideres mundiales en el desarrollo de unidades no tripuladas para reconocimiento y vigilancia (Manley, 2008). Estados Unidos para este fin desarrolló el 'Sea Hunter' una embarcación de vigilancia y rastreo de submarinos enemigos. Israel, por otra parte, presentó el 'Protector' para tareas de lucha contra incendios, antiterrorismo, reconocimiento y guerra electrónica (Meng, Chuang, Tianhe, & Huibin, 2023). Por otro lado, Kalinowski & Malecki muestran en su investigación que, de los proyectos activos fuera de Europa en 2017, 42% correspondían a USV con esloras inferiores a 7 metros; 40% a elementos de hasta 11 metros y el restante, a plataformas de hasta 17 metros. De estos proyectos, 23 se desarrollan en Estados Unidos, 7 en Israel y 4 en Canadá. Los autores muestran también los avances de la Marina polaca en el desarrollo de su propio USV, el 'Endredon' el cual fue diseñado bajo consideraciones modulares para mantener su versatilidad en diversas tareas tanto militares como civiles (Kalinowski & Malecki, 2017).

la Armada de Colombia ha estado llevando a cabo diversos proyectos de investigación, desarrollo e innovación para desarrollar tecnologías a los vehículos de superficie no tripulados (Riola, Sanchez, Sierra, & Fajardo, 2022). Como parte del plan 2042 de la Armada de Colombia la institución proyecta su futuro como una fuerza que tenga a su disposición embarcaciones totalmente automatizadas, sin tripulación y que puedan ser controladas desde estaciones en tierra o desde otras embarcaciones de superficie (Armada de Colombia, 2021).

A finales de la década de los 2000 se dio inició al proyecto 'Sábalo' el cual estaba dirigido para generar una plataforma para inteligencia, vigilancia y patrullaje en ambientes fluviales. Para el desarrollo de estas misiones, el vehículo no tripulado contaba con GPS, compás electrónico, cámaras de navegación y sonar. El proyecto concluyó en el año 2015 y con el cual se logró una valiosa transferencia de conocimiento y tecnología para la integración de sistemas no tripulados (Armada de Colombia, 2021).

A partir de estos, la Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla ENAP ha desarrollado proyectos enfocados en el desarrollo del vehículo no tripulado a operar en las Plataformas Estratégicas de Superficie, que se espera a inicios de la década del 2030 reemplace a las fragatas FS-1500 clase Almirante Padilla. Los estudios adelantados por la ENAP se encaminan a dar forma al sistema de comunicaciones y su integración con un control de navegación desarrollado previamente en la misma, incluyendo la red táctica naval LINK-CO y la transmisión de datos desde diferentes plataformas (Riola, Sanchez, Sierra, & Fajardo, 2022).

La corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial COTECMAR y en especial su Oficina de Diseño e Ingeniería GEDIN ha acompañado muchos de los proyectos de la Armada Colombia para el desarrollo de una plataforma de superficie no tripulada acorde a lo establecido en el plan de desarrollo naval 2042.

Acorde a lo afirmado por (Blomberg & Gross, 2014) y (Riola, Sanchez, Sierra, & Fajardo, 2022), el desarrollo de un USV debe tomar en cuenta los siguientes aspectos.

a. Desarrollo de la plataforma: Casco, propulsión, sistema de control y sistema eléctricos y auxiliares.
b. Sistemas de Navegación y control: Sensores de ubicación, rumbo, velocidad y ubicación. Luces de navegación, desarrollo de software y equipos de monitoreo.
c. Comunicaciones: vínculos entre el vehículo y la estación remota de control y monitoreo.
d. Equipamiento y sistemas para la misión: Estos Equipamientos varían en función de la misión para la cual el vehículo fue diseñado.

En línea con las políticas de transición energética, se considera, por parte de la Armada de Colombia y Cotecmar, de gran valor agregado que las embarcaciones no tripuladas pudieran contar con un sistema de propulsión que no dependa de combustibles fósiles. Dado que cerca del 2.7% de la emisión global de dióxido de carbono proviene del sector de transporte marítimo y según el requerimiento de IMO para una reducción del 30% en emisiones para el 2025 en embarcaciones, la implementación de propulsión eléctrica podría ser parte de la solución para los nuevos y estrictos requerimientos ambientales al facilitar el desarrollo e introducción de diversas tecnologías complementarias y prácticas operacionales que para alcanzar mayores niveles de eficiencia (Nuchturee & Xia, 2020). Se estima que el uso de propulsiones hibridas, acompañado del desarrollo de tecnologías limpias podría reducir las emisiones contaminantes entre un 10 al 35% reduciendo al mismo tiempo niveles de ruido, requerimientos de mantenimiento y en algunos casos aumentos en maniobrabilidad de la embarcación (Bordianu & Samoilescu, 2019). Por su parte, Nuchturee & Xia realizaron una revisión de los métodos energéticos eficientes aplicables a sistemas a bordo de las embarcaciones que han sido producto de investigaciones y desarrollos tecnológicos recientes. Entre estas estrategias se incluyen los sistemas de almacenamiento de energía, la distribución DC de potencia, propulsores no convencionales y sistemas híbridos de propulsión (Nuchturee & Xia, 2020).

La Armada de Colombia presenta la necesidad de poder acceder a afluentes secundarios para llevar a cabo operaciones logísticas, de reconocimiento y combate en zonas de difícil acceso por la escasa profundidad de los ríos. En el esquema general del sistema de vigilancia fluvial se contempla el uso combinado de unidades y equipos terrestres fluviales y aéreos para procurar patrullar y brindar una rápida respuesta sobre la mayor superficie posible del río y sus afluentes [ver figura 1]. En este esquema, se contempla el uso coordinado de comunicaciones e inteligencia para coordinar medios aéreos, como drones o helicópteros; terrestres, como pelotones de Infantería de Marina, y diversas unidades fluviales. El Esquema requiere el reforzamiento de los componentes de reconocimiento en ríos de escasa profundidad, que, en épocas de verano, pueden llegar a profundidades inferiores a 60 cm.




Figura 1 – Esquema general del sistema de vigilancia fluvial con cobertura a afluentes secundarios y terciarios. Fuente: Elaboración propia

Para el cumplimiento del esquema, fue necesario el diseño de un bote con casco en aluminio, propulsión fuera de borda con un mecanismo que permite realizar tránsitos en aguas de hasta 60 cm de profundidad y con protección balística nivel NIJ III para el desarrollo de operaciones militares en ríos secundarios y terciarios. Este bote permite una capacidad de carga de 400 kg y transporte de 9 combatientes.

Sin embargo, en el cumplimiento de misiones de vigilancia y reconocimiento, el uso de una unidad no tripulada y remotamente controlada traería la ventaja de evitar la exposición a los tripulantes de los botes a actividades consideradas como peligrosas y con un mayor grado de sigilo.

Teniendo en cuenta las necesidades operativas de la Armada de Colombia respecto a contar con un vehículo no tripulado que pueda prestar apoyo a vigilancia, inteligencia y patrullaje en aguas interiores y los requerimientos que demanda la transición hacia el uso de fuentes de energía menos contaminantes, el presente trabajo expondrá el proceso de diseño y pruebas del prototipo Cotenergy, una embarcación eléctrica no tripulada para operaciones de vigilancia y reconocimiento.

## 2. Diseño del USV- Cotenergy

El USV-Cotenergy es una embarcación no tripulada, radio controlada, de propulsión eléctrica y diseñada en casco de aluminio para desarrollo de operaciones de vigilancia en ríos secundarios y terciarios hasta de 60 cm de profundidad. Cuenta con un conjunto de paneles solares que le permite recargar la batería de los sistemas de navegación, control y comunicaciones [ver figura 2]. El USV-Cotenergy presenta un calado de 0.23 m en el casco y de 0.38 m en la parte más baja del apéndice del sistema de propulsión [ver tabla 1].




Figura 2 – USV-Cotenergy. Fuente: Elaboración propia

| Características | USV-Cotenergy | BRF |
|---|---|---|
| Eslora total | 8.68 m | 8.68 m |
| Manga | 2.42 m | 2.42 m |
| Puntal | 1.65 m | 1.03 m |
| Calado del casco | 0.23 m | 0.40 m |
| Desplazamiento | 2.38 t | 3.80 t |
| Velocidad máxima | 8.5 nudos | 16 nudos |
| Rango del radiocontrol | 12 km | --- |
| Alcance a máxima velocidad | 24 km | --- |

Tabla 1 – Características principales del USV-Cotenergy

El proceso de diseño del USV Cotenergy, desarrollado en Cotecmar con la contribución de la empresa colombiana Átomo Tech en la implementación del sistema de control, fue distribuido en las siguientes actividades que serán detalladas a continuación.

## 2.1. Adecuación estructural del casco y superestructura

Con los requerimientos de ser un bote hábil y liviano para operar en ríos de hasta 60 cm de profundidad, llevar a cabo actividades de vigilancia y reconocimiento a velocidades máximas de 8 nudos y conservar una capacidad de carga de hasta 400 kg, se reacondicionó el casco de aluminio desarrollado y probado como prototipo de un Bote de Reconocimiento Fluvial BRF, en el Cotenergy [ver figura 3].

Este casco fue construido como un prototipo funcional usando láminas de aluminio naval 5083-H321 y refuerzos en aluminio 6082-T6 [ver Figura 4] siguiendo un arreglo transversal (Alvarado & Flores, 2021).

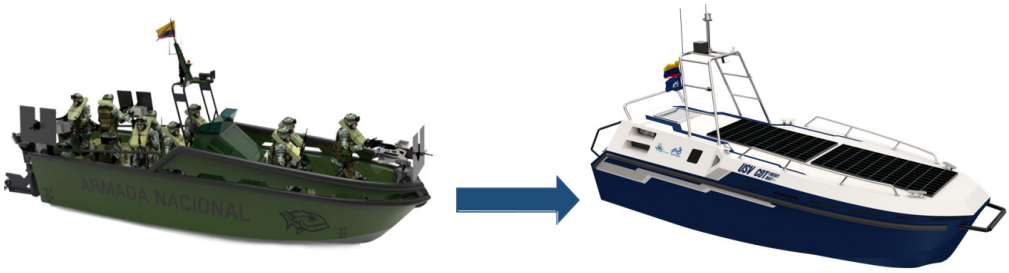



Figura 3 – Acondicionamiento de un Bote de Reconocimiento Fluvial en el USV-Cotenergy.
Fuente: Elaboración propia

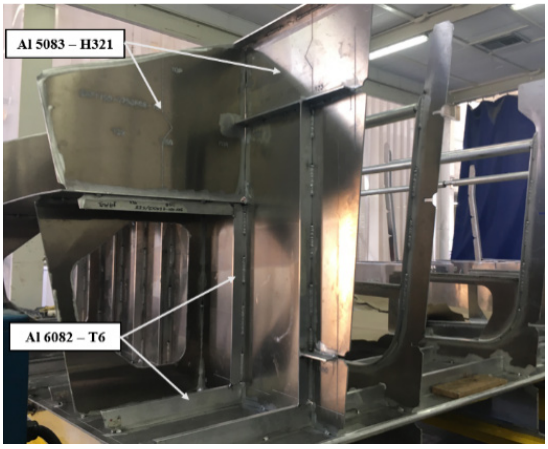



Figura 4 – Arreglo estructural del casco. Fuente: Elaboración propia

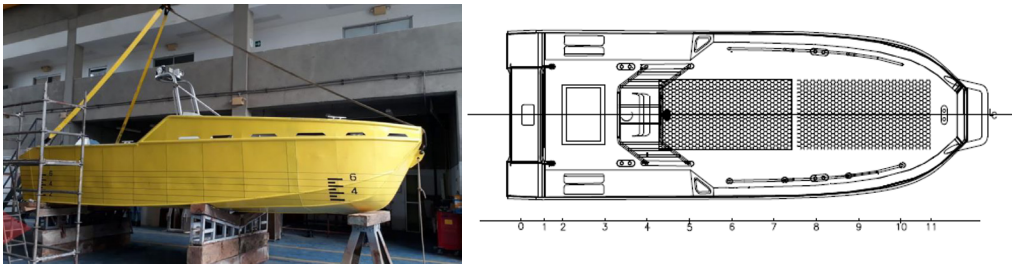


Figura 5 – Casco prototipo (izq.) y adecuación de superestructura (der.).
Fuente: Elaboración propia

Para la adecuación, se tomó el casco del prototipo que dio lugar a estos botes [ver Figura 5]. Como primer paso se eliminó la consola de la cubierta, posteriormente se niveló la tapa de regala y se agregaron soportes para el apoyo de la nueva cubierta con las cuadernas preexistentes. Sobre la cubierta de esta nueva superestructura se instaló un

nuevo mástil con la altura requerida para un efectivo radiocontrol, los paneles solares y la escotilla de acceso al interior del bote; los costados del bote cuentan con escalas internas para poder alcanzar la escotilla de la cubierta desde tierra.

## 2.2. Estabilidad y requerimientos de potencia

Al definirse de forma preliminar los pesos de la embarcación, se definieron los parámetros hidrostáticos y requerimientos de potencia. Para tal fin se usó el software ORCA 3D y con el mismo se aseguró que la distribución de los pesos asociados a la estructura, propulsión y equipos eléctricos y electrónicos fueran adecuados [ver tabla 2].

| Parámetros | valor | Parámetros | valor |
|---|---|---|---|
| *Centro de gravedad longitudinal* | 2.83 m | *Calado* | 0.23 m |
| *Centro de flotación longitudinal* | 3.09 m | *Desplazamiento* | 2.38 t |
| *Centro de boyancia longitudinal* | 2.83 m | *Cb* | 0.62 |

Tabla 2 – Parámetros hidrostáticos

Una vez definido los nuevos pesos de los distintos grupos constructivos de la embarcación, el calado y su centro de gravedad, se estima la resistencia del casco considerando que el bote se mantiene en regimen de desplazamiento.

El cálculo de la resistencia del casco se realizó por el método de Holtrop y Mennem (Holtrop & Mennem, 1982). Acorde con este método, se incluye un margen de diseño y el efecto de los apendices como función de la velocidad, densidad del fluido, el área humeda de los apendices y el coeficiente de resistencia friccional del casco. De este modelo, se encuentra que la resistencia del casco al avance la velocidad máxima de diseño es cercana a 1500 N, de esta, el 13% corresponde a los apendices del casco [ver figura 6].

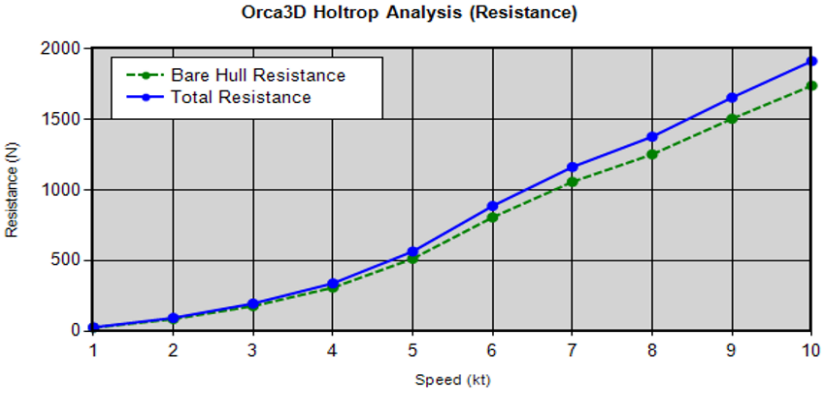



Figura 6 – Curvas de resistencia del casco. Fuente: Elaboración propia

En función de la resistencia al avance y la velocidad de diseño de 8,5 nudos, la potencia efectiva del bote sería cercana a 8,8 Hp y teniendo en cuenta las perdidas en el casco,

propela y transmisión – una eficiencia cercana al 38% - se tiene una potencia propulsiva de 23 Hp. Al incluir la eficiencia del motor eléctrico, se espera que para la velocidad objetivo de 8.5 nudos la potencia requerida del motor estaría cercana a 28 Hp [ver figura 7].

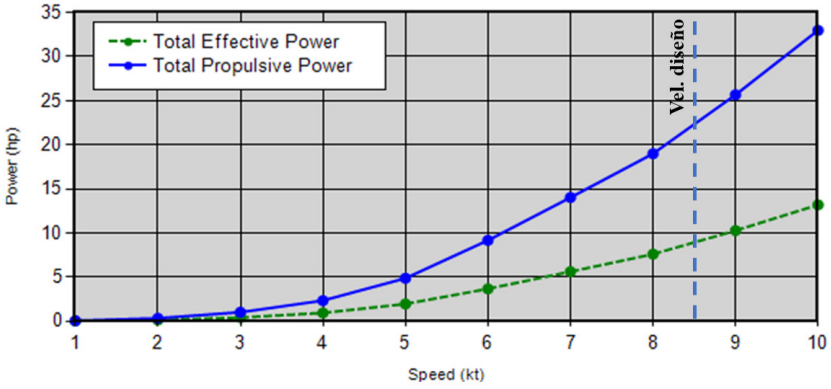



Figura 7 – Curvas de potencia. Fuente: Elaboración propia

## 2.3. Integración de sistemas de propulsión y equipos auxiliares

Una vez definida la potencia requerida por el bote, se adquirió un motor fuera de borda eléctrico, enfriado por agua, con una potencia de 50 Hp pico y una potencia nominal de 30 Hp. Este motor es alimentado con un voltaje de 144 VDV y presenta una relación de engranajes de 2:1 [ver Figura 8].




Figura 8 – Motor eléctrico de 30Hp nominal. Fuente: Elaboración propia

El bote, al no estar tripulado, se debe asegurar que el agua que ingrese a la embarcación tanto sobre su cubierta como en el doblefondo sea desalojada automáticamente. Para

tal fin, se instaló un conjunto de bombas de achique - una por cada compartimiento estanco – y un interruptor de nivel. El agua sobre cubierta es desalojada hacia el espejo de la embarcación donde es expulsada por otra bomba de achique ubicada en la popa [ver figura 9].

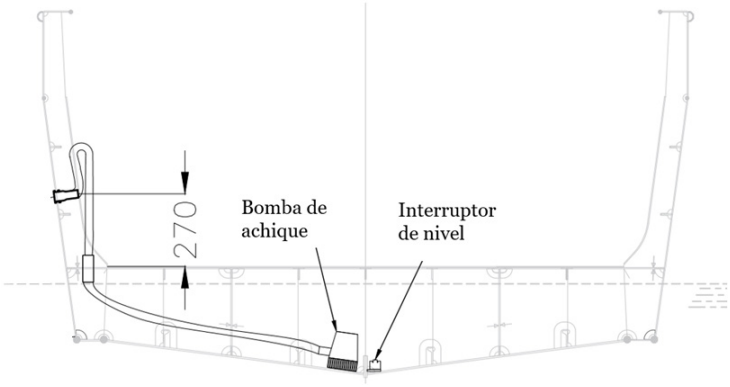



Figura 9 – Bomba de achique bajo la cubierta del bote. Fuente: Elaboración propia

Para asegurar que los equipos eléctricos y electrónicos no llegasen a presentar recalentamiento por ubicarse bajo la superestructura, fue necesario añadir rejillas para permitir la ventilación a la misma. Por la cantidad de elementos electrónicos y eléctricos, fue necesario generar 1.1 m² en rejillas de ventilación. Los equipos eléctricos y electrónicos implementados serán detallados en la siguiente sección.

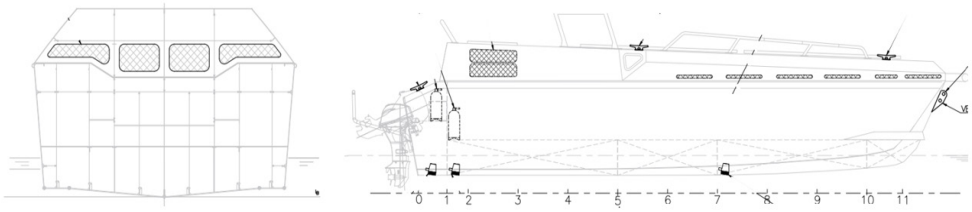



Figura 10 – Ventilación de la superestructura. Fuente: Elaboración propia

## 2.4. Sistemas eléctricos y electrónicos

Los sistemas eléctricos y electrónicos del USV-Cotenergy tienen la función de controlar la dirección y accionamiento de la propulsión, reportar el estado de la estanqueidad con sensores de inundación, cargar las baterías del sistema de propulsión y la batería encargada de alimentar todos los consumidores del bote. Adicionalmente, la recarga de esta última puede realizarse por un sistema fotovoltaico sobre la cubierta con el fin de mantener en funcionamiento los equipos [ver figura 12].

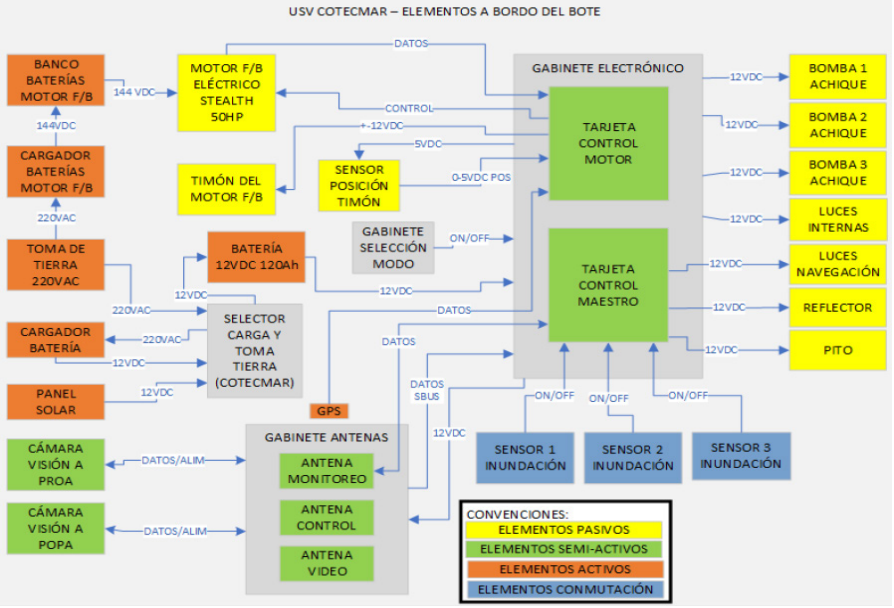



Figura 11 – Diagrama general USV- Cotenergy. Fuente: Átomo Tech

### *2.4.1. Gabinete electrónico*

Desde el gabinete electrónico se alimenta todos los elementos de 12 VDC a bordo del USV y contiene los principales elementos de control: la tarjeta de control del motor y la tarjeta de control maestro. La tarjeta de control maestro emite la orden de velocidad y rumbo a la tarjeta de control del motor, recibe desde la tarjeta de control del motor las variables de monitoreo de este para enviarlas a la aplicación de usuario. También, esta tarjeta recibe información de los sensores de inundación y GPS y enviarlas a la aplicación de usuario en la estación remota mediante el enlace de luces de monitoreo. Por último, esta tarjeta se encarga de conmutar el uso de las luces de navegación, reflectores y corneta.

La tarjeta de control del motor recibe las ordenes procedentes de la tarjeta de control maestro para luego generar las señales necesarias para ordenar la velocidad del motor, la activación del actuador del sistema de dirección y también recibir retroalimentación del ángulo del timón.

### *2.4.2. Gabinete selección de modo*

A través de este gabinete el usuario puede encender o apagar el sistema de control y el monitoreo y cuenta también con un interruptor que permite inhibir la entrada de corriente de la toma a tierra cuando el bote es conectado.

### *2.4.3. Gabinete de antenas*

Este gabinete se ubica en la parte superior del mástil y en su interior se ubican el receptor combinado de control remoto y de las cámaras de video de proa y popa. En su exterior

se fijan las antenas de control remoto, de vídeo, la antena de datos de monitoreo y la antena del GPS.

### *2.4.4. Recarga de baterías de propulsión*

El sistema de propulsión cuenta con un conjunto de 3 baterías de 48 V y 160 Ah de ion de litio que proveen la alimentación de 144 VDC que requiere el motor. Para la carga de estas baterías en cerca de una hora, fue necesario instalar 6 cargadores de 3300 kW, dos por cada batería para tener una potencia de carga total de 19800 kW. [ver figura 13].



Figura 12 – Gabinete de selección modo de carga y cargadores del sistema de propulsión. Fuente: Elaboración propia

### *2.4.5. Sistema fotovoltaico para consumidores*

Para asegurar el uso continuo de los consumibles de 12 V, la batería de consumidores recibe la recarga de dos paneles solares fotovoltaicos de 540 Wp y 2279 x 1034 mm² cada uno [ver figura 14]. El sistema cuenta con un controlador de carga resistente a salpicaduras y un sistema de comunicación inalámbrica que permite verificar la corriente generada por los paneles y un sensor conectado a la batería de consumidores que permite verificar su estado de carga.




Figura 14 – Paneles solares sobre la cubierta. Fuente: Elaboración propia

## 3. Pruebas de Desempeño

Acorde a protocolos internos, se evaluó el desempeño del bote con un conjunto de pruebas que permitan validar el funcionamiento del sistema de control, maniobrabilidad

y el cumplimiento de los requerimientos del diseño que se expondrán a continuación. Previo a las pruebas, en puerto, se realizaron ensayos iniciales de gobierno y respuesta del sistema de dirección y de propulsión. Al comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas del bote, se procedió a realizar pruebas de velocidad y radio de giro mínimo.

### 3.1. Prueba de velocidad

Esta prueba siguió los protocolos establecidos por (ITTC, 2005) y las recomendaciones del proveedor del sistema de propulsión. En aguas calmas y un espacio libre de obstáculos se desplaza la embarcación en línea recta y se registra la velocidad alcanzada con el viento a favor y en contra. El desplazamiento del bote y su velocidad fueron registradas por el GPS y comunicadas a la estación en tierra. En la siguiente figura puede observarse el desplazamiento de la embarcación por la zona de pruebas [ver figura 15]. Durante la prueba se evidenció que, debido al escaso calado del bote y su elevada obra muerta, la embarcación tendía a derivar producto del viento. En una siguiente etapa se evaluarán opciones para mejorar este atributo.

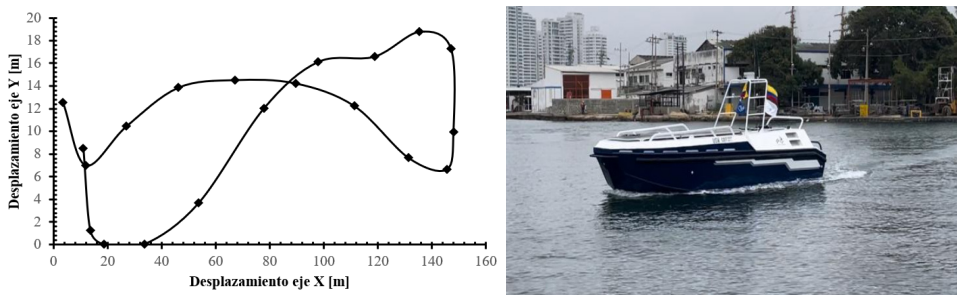



Figura 15 – desplazamiento del bote por la zona de pruebas. Fuente: Elaboración propia

La velocidad alcanzada por la embarcación con el viento a favor y en contra puede observarse a continuación. Con el viento a favor se obtuvo una velocidad máxima de 10 nudos, mientras con el viento en contra se obtuvo una velocidad máxima de 8.8 nudos, siendo esta, una velocidad 3.5% mayor a la requerida y estimada durante el diseño [ver figura 16].

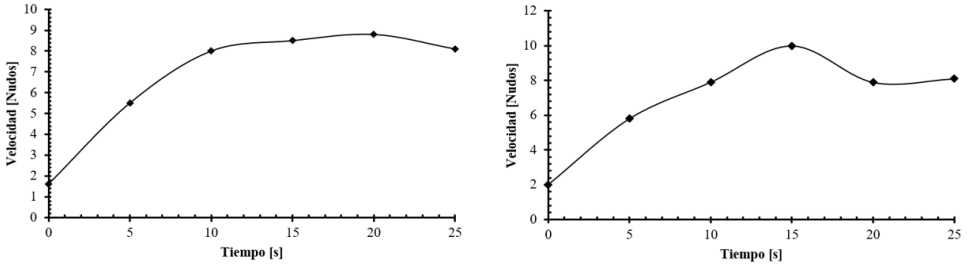



Figura 16 – Pruebas de velocidad con viento en contra (izq.) y viento a favor (der.). Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Prueba de radio de giro

Para realizar la prueba de radio de giro con el fin de evaluar la maniobrabilidad del bote en condiciones de operación, se tomó una velocidad de ingreso del 30% de la velocidad de diseño y desde la estación en tierra se dio orden de giro con el timón completamente a estribor. De esta prueba se encontró que el radio de giro del bote era de aproximadamente una eslora -8,6 m-. Este reducido radio de giro en relación con botes de similares dimensiones puede deberse a la entrega de empuje instantánea y elevadas aceleraciones de arranque propias de los motores eléctricos [ver figura 17].

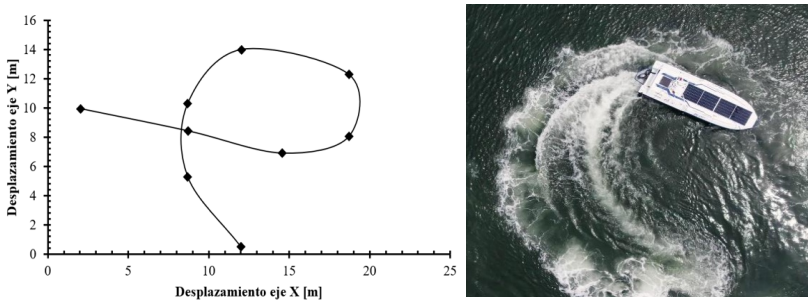



Figura 17 – Gráfica de desarrollo de la prueba de radio de giro. Fuente: Elaboración propia

## 4. Conclusiones

Se diseño, construyó y probó el prototipo de una embarcación de propulsión eléctrica no tripulada para el desarrollo de misiones de inteligencia, reconocimiento y patrullaje en ambientes fluviales. La embarcación cumple con los requerimientos de diseño propuestos.

Se contempla este prototipo como una primera etapa para el desarrollo de una embarcación completamente autónoma acorde a lo estipulado en el Plan de Desarrollo Naval 2042. Para tal fin, en esta plataforma se tuvo en cuenta desde el diseño el posibilitar facilidades de integración de nuevas tecnologías, principios de modularidad y la reserva de espacio interno para ubicación de equipos acorde a la misión a desarrollar para permitir una mejora continua del producto y asegurar su polivalencia.

## Referencias

Alvarado, D., & Flores, E. (2021). Design and validation by the finite element method of the structural arrangement of a riverine low draft combat boat. *Ship Science and Technology*.

Armada de Colombia. (2021). *Plan de Desarrollo Naval 2042*. Bogotá : Ministerio de Defensa.

Arwala, N. (2023). The potential of uncrewed and autonomus ships. *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*, 1-20.

Blomberg, K., & Gross, J. (2014). Conceptual study of a USV for the Swedish Navy . *FMV*.

Bordianu, A., & Samoilescu, G. (2019). Electric and Hybrid Propulsion in the naval industry . *XI international symposium on advancedtopics in electrical engineering*.

Holtrop, J., & Mennem, F. (1982). An approximate power prediction method. *International Shipbuilding Progress, 29*, 166-171.

ITTC. (2005). Full Scale Measurements Speed and Power Trials. *ITTC*.

Kalinowski, A., & Malecki, J. (2017). Polish USV 'ENDREDON' and non-European USV: a comparative sketch . *Journal of Marine Engineering & Technology* .

Manley, J. (2008). Unmanned surface vehicles, 15 years of development . *Proceedings of Oceans 2008*.

Meng, J., Chuang, M., Tianhe, L., & Huibin, G. (2023). Intellingent motion control of unmanned surface vehicles: a critical review . *Ocean Engineering*.

Nuchturee, C., & Xia, H. (2020). Energy efficiency of integrated electric propulsion for ships. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

Riola, J., Sanchez, S., Sierra, E., & Fajardo, C. (2022). Proceso de desarrollo de vehículos de superficie no tripulados en instituciones navales colombianas. *RISTI*.

Wang, X., Deng, X., Peng, H., wang, l., Wang, Y., Tao, L., . . . Peng, Z. (2023). Autonomous docking trajectory optimization for unmanned surface vehicle: A hierarchical method. *Ocean Engineering*.

Yan, R.-j., Pang, S., Sun, H.-b., & Pang, Y.-j. (2010). Development and Missions of Unmanned Surface Vehicle. *J. Marine. Sci. Appl.*

Zhou, C., Gu, S., Wen, Y., Du, Z., & Xiao, C. (2020). The review unmanned surface vehicle path planning: Based on multi-modality constraint. *Ocean Engineering* .

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

Recebido/Submission: 04/06/2023
Aceitação/Acceptance: 10/08/2023

# Diseño e Implementación de Plugins a partir del Análisis de Metadatos en MOODLE

Sofia Peñares-Pillaca[1], Erick Carpio-Hachiri[2], Norka Bedregal-Alpaca[3], Lucy Delgado-Barra[4], Karim Guevara[5], Leticia Laura-Ochoa[6]

**spenares@unsa.edu.pe; ecarpioha@unsa.edu.pe; nbedregal@unsa.edu.pe; ldelgado@unsa.edu.pe; kguevarap@unsa.edu.pe; llaurao@unsa.edu.pe**

[1,2,3,4,5,6] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

**Pages: 303-319**

**Resumen:** Los entornos virtuales de aprendizaje (EVAs) han tomado vital importancia en los años de pandemia y hoy son imprescindibles, debido a ello las instituciones educativas superiores buscan mayores herramientas que puedan integrarse tecnológicamente a estos entornos y las utilizan para una optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje. Siendo Moodle uno de los EVAs de mayor uso, es de particular interés el buscar una mejor integración de los estudiantes y profesores a esta plataforma, en este sentido el desarrollo de nuevos y mejores plugins refuerza la interacción que ya se tenía establecida. En este sentido, la presente investigación busca mostrar cómo a través de la adquisición y el análisis de metadatos generados a partir de las actividades individuales en Moodle, tanto de profesores como de estudiantes, es posible el diseño y la implementación de plugins que aseguren una mejor interacción y experiencias adaptativas o individualizadas dentro de la plataforma. Para ello se diseña e implementa un plugin de mensajería automática haciendo uso y análisis de los metadatos en Moodle.

**Palabras-clave:** Plugin, metadatos, Moodle, mensajería.

## *Design and Implementation of Plugins from the Metadata Analysis in MOODLE*

***Abstract:*** Virtual Learning Environments (VLE) have taken on vital importance in the years of the pandemic and today they are fundamental, which is why higher education institutions seek more tools that can be technologically integrated into these environments and used. to optimize the teaching process. learning. Being Moodle one of the most used VLE, it is of particular interest to seek a better integration of students and teachers to this platform, in this sense the development of new and better plugins reinforces the already established interaction. In this sense, this research seeks to show how through the acquisition and analysis of metadata generated from individual activities in Moodle, both by teachers and students, it is possible to design and implement plugins that ensure better interaction and adaptive experiences. or individualized. inside the platform. For this, an automatic messaging plugin is designed and implemented using and analyzing the metadata in Moodle.

***Keywords:*** Plugin, metadata, Moodle, chats.

# 1. Introducción

Los plugins y desarrollos en Moodle benefician tanto a maestros como estudiantes al fomentar una mayor interacción y un mejor control del desempeño y actividades de estos, mejorando así el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Esnaola y Bezanilla (2020), los LMS como Moodle se han vuelto herramientas altamente eficientes en universidades de todo el mundo, siendo la base tecnológica para la enseñanza-aprendizaje virtual o mixta, además de ser una herramienta poderosa y fundamental en el apoyo de la educación presencial.

Cabero y Arancibia (2019) mencionan que, en el contexto del creciente uso de Moodle, se han desarrollado plugins que mejoran la interacción, como la mensajería instantánea. Estos plugins personalizan la comunicación y notifican a los estudiantes en tiempo real sobre nuevas actividades educativas propuestas por los profesores. Además, las actividades en Moodle generan metadatos para análisis y herramientas de control como la minería y analítica de datos.

En este trabajo se propone el diseño e implementación de un plugin para Moodle que capture y analice metadatos a partir de la detección de eventos. Se presenta la validación mediante el diseño de un plugin de mensajería instantánea automática basado en el análisis de eventos de Moodle. Estos mensajes, configurables por los profesores, informan a los estudiantes sobre las actividades realizadas en el curso. El artículo aborda los trabajos relacionados, la implementación, las conclusiones obtenidas de la investigación y desarrollo, agradecimientos y referencias bibliográficas.

# 2. Trabajos Relacionados

## 2.1. Integración del alumno con Moodle

Llerena (2022), manifestó que los entornos virtuales durante la pandemia apoyaron a la educación en todos los niveles. Por ello, desarrolló metodología descriptiva con enfoque cuantitativo, utilizando la técnica de la encuesta en dos cursos de primer ciclo académico de las carreras de ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil, con el objetivo de determinar un modelo de diseño de aula virtual con efecto positivo para que genere motivación y desempeño en los estudiantes, obteniendo un efecto positivo en las actividades de aprendizaje, generando una intención de apropiación y pertenencia por parte del participante, debido a su inmediata comprensión y facilidad.

Cabero et. al. (2019), realizaron un estudio que midió el nivel de uso didáctico y tecnológico de Moodle y sus implicaciones en la enseñanza desde un enfoque cuantitativo, utilizando cuestionarios para docentes de educación superior, confirmando un uso instrumental y funcional de la plataforma, siendo usado principalmente de repositorio de materiales e información.

Quispe et. al. (2023) presentan una propuesta de incorporación de restricciones que van en torno a las calificaciones que obtienen los estudiantes en un curso determinado en Moodle con el propósito de incluir capacidades de adaptabilidad según los estilos

de aprendizaje de cada estudiante, llegando a la conclusión que, al ingresar más restricciones según las notas del estudiante hace posible un diseño instruccional con adaptabilidad dedicada al desempeño del estudiante.

### 2.2. Comunicación en Moodle

Conde y Arancibia (2019), menciona que en la situación de pandemia del Covid-19, la educación se centró a ser en línea, siendo este el único enfoque para la mayoría de las instituciones educativas. Es por ello por lo que era necesario contar con herramientas de comunicación que no solo fueran asíncronas, sino también de manera síncrona, planteando así la mensajería instantánea, usando como herramienta la aplicación Telegram. Siendo probada y asociando una mejora en las calificaciones de los estudiantes, sosteniendo que usarlas aportan una conversación más real.

Por otro lado, Muhammad et. al. (2020) comenta que, en su caso, en la tutoría llamada The Second School, el docente usa WhatsApp para notificar a los estudiantes los comunicados que tienen acerca de sus cursos, sin embargo, suele haber problemas por la cantidad de grupos y de notificaciones que necesita enviar. Es por ello por lo que implementa un complemento de notificación usando Telegram BOT porque, a diferencia de WhatsApp, Telegram está equipado con instalaciones y configuraciones BOT, estando entre ellas Moodle. Teniendo como resultados que la integración de Moodle con Telegram BOT puede funcionar en una comunicación más rápida, estando con puntajes altos en la categoría de aceptabilidad.

### 2.3. Plugins en Moodle

Sáiz-Manzanares et al. (2020) destacan la importancia de la detección temprana de estudiantes en riesgo en entornos universitarios. Sugieren que el aprendizaje personalizado mejora la motivación y reduce la deserción escolar. Para abordar esto, proponen desarrollar “eOrientation”, un complemento de Moodle que permite la detección temprana de estudiantes en riesgo. También desarrollaron un módulo de analítica de aprendizaje que utiliza técnicas de Machine Learning supervisadas y no supervisadas. Los resultados indican que existen diferentes patrones de aprendizaje y que estos desarrollos pueden proporcionar información valiosa sobre la efectividad de los recursos en relación con cada patrón de aprendizaje.

Liu et. al. (2019) por su parte, mantiene que Moodle puede recuperar una gran cantidad de datos sobre las interacciones que tienen los estudiantes, y que, algunos de estos datos se pueden utilizar como indicadores indirectos del compromiso de los estudiantes, así como para predecir el rendimiento. Es por ello que presentan el diseño para desarrollar una versión mejorada de un complemento de análisis de participación de Moodle (MEAP) de código abierto, los resultados indican que mejoran la representación de datos, de modo que brindan más oportunidades de acción para el desempeño del estudiante.

Amo et. Al. (2021) diseñó un modelo de chatbot que pueda reemplazar las limitaciones del buscador de serie, donde por medio de palabras clave permite buscar los recursos ingresados y disponibles para el estudiante en una asignatura determinada, este chatbot se ejecuta de manera local para proteger los niveles éticos y legales de los datos a los cuales se tiene acceso.

### 2.4. Uso en metadatos en Moodle

Psyrra y Mangina (2022) llevaron a cabo el proyecto ARETE para respaldar las aplicaciones de enseñanza y capacitación en Realidad Aumentada (AR). En su investigación, utilizaron el estándar IEEE-1484.12.1-2020 para los metadatos de objetos de aprendizaje (LOM por sus siglas en inglés). LOM es un modelo de datos ampliamente utilizado para describir objetos de aprendizaje y recursos digitales similares. El esquema conceptual del estándar describe la estructura de los metadatos para un objeto de aprendizaje, teniendo en cuenta la diversidad de contextos culturales y lingüísticos en los que se utilizarán. Esto tiene como objetivo facilitar el proceso de creación de metadatos basados en LOM para describir los objetos de aprendizaje en el proyecto ARETE.

Buendía et. al. (2019), menciona que, en los últimos años, existe una proliferación de colecciones médicas digitales en línea que contribuyen a organizar el conocimiento médico en muchas áreas diferentes, y como estos metadatos siguen creciendo, se resuelve describir un nuevo enfoque para generar, con todas las colecciones médicas, un contenido de aprendizaje electrónico estandarizado. La herramienta mejor preparada para ello es Clavy, que recauda gran cantidad de elementos de información, convirtiéndolos en paquetes estandarizados de aprendizaje económico.

Kutzner et. al. (2020) establece que las evaluaciones en línea es un intercambio de preguntas entre universidades afiliadas que pueden establecer un estándar de calidad a nivel nacional para estas evaluaciones. Es por ello, que se desarrolló un concepto en el que se utiliza como base Moodle Learning Management Systems (LMS) y se amplía para incluir funciones de almacenamiento de preguntas con metadatos asociados y específicos, garantizando la posibilidad de importar preguntas de otros sistemas.

Franzoni et. al. (2019), presenta un rediseño de las funcionalidades del módulo Moodledata para compartir objetos de aprendizaje entre plataformas de contenido de aprendizaje electrónico, en un formato de objeto enlazable. El contenido de los cursos de e-learning del Sistema de Gestión de Contenidos se intercambia diseñando un objeto que incorpora metadatos para apoyar la reutilización y la clasificación en su contexto.

De Medio et. al. (2022), menciona que numerosos repositorios de objetos de aprendizaje brindan un apoyo formidable a maestros cuando necesitan desarrollar un curso, sin embargo, la búsqueda de estos objetos de aprendizaje puede ser muy compleja al tener que acceder a varios repositorios, proponiendo un sistema de recomendación Híbrido llamado MoodleRec que clasifica un conjunto de repositorios con estándares compatibles y sugiere una lista clasificada de objetos de aprendizaje siguiendo la consulta.

Delgado et. al. (2023) proponen una arquitectura de soporte para una comunicación síncrona, permitiendo la integración de diferentes recursos como son Docker, Telegram y Python. Con su integración, se reconocen las acciones realizadas por los docentes, estas acciones son traducidas como eventos por los metadatos generados por la actividad, siendo los eventos guardados en formato JSON.

## 3. Objetivos

En esta sección se presentan el objetivo general y los objetivos específicos relacionados a la presente investigación.

### 3.1. Objetivo General

El objetivo de esta investigación es diseñar e implementar un plugin de Moodle para la captura y análisis de metadatos generados por esta plataforma virtual, para el envío de mensajes automáticos.

### 3.2. Objetivos Específicos

Los objetivos secundarios que se plantearon se detallan a continuación:

- Analizar la interacción que existe entre profesores y estudiantes con el uso de la plataforma Moodle, a través del análisis de los metadatos
- Detección eventos generados por la plataforma Moodle.
- Categorizar los metadatos más relevantes para el desarrollo del plugin.
- Establecer los requerimientos a cumplir con el desarrollo del plugin.
- Diseñar e implementar el plugin de lectura de metadatos.
- Establecer la conexión con Telegram para la generación de mensajes automáticos según los eventos generados en un curso, con una instancia del plugin.
- Permitir la configuración del plugin por parte del profesor, para la captura de metadatos asociados al evento y al nivel educativo que estos proporcionan.

## 4. Requerimientos

A continuación, en la Tabla 1, se definen los requerimientos funcionales que debe de cumplir el sistema propuesto:

| Actor | Requerimiento | Criticidad |
|---|---|---|
| *Sistema* | El sistema deberá mandar mensajes a los alumnos que tengan configurado el plugin por parte del profesor y suya. | Alta |
| *Sistema* | El sistema debe de ser configurable según las preferencias del profesor y del administrador de Moodle. | Alta |
| *Sistema* | El sistema debe capturar los eventos que se realizan dentro de un curso o una instancia del plugin. | Alta |
| *Sistema* | El sistema debe de establecer una conexión con la API de Telegram para mandar los mensajes. | Alta |
| *Profesor* | El profesor debe de poder escoger qué tipo de eventos se deben de enviar por mensaje a los alumnos. | Alta |
| *Estudiante* | El estudiante debe poder registrar su chat id de Telegram. | Alta |
| *Estudiante* | El estudiante debe de capturar los eventos que se realizan dentro de un curso con una instancia del plugin. | Alta |

Tabla 1 – Requerimientos funcionales del sistema

Por otro lado, en la Tabla 2 se definen los requerimientos no funcionales que debe de cumplir el desarrollo del plugin.

| Requerimiento no funcional |
|---|
| Todos los estudiantes que hagan uso del plugin y del curso deben de tener una cuenta en Telegram. |
| El profesor que hará uso del plugin deberá de tener los conocimientos básicos en la plataforma Moodle |
| Para el correcto funcionamiento del plugin se deberá de contar como mínimo con la versión del Moodle 3.11. |
| Previo al uso del plugin, el profesor deberá de tener una capacitación del uso de este. |
| Para la instalación y configuración de Moodle, se debe de tener acceso a la API de Bots de Telegram. |

Tabla 2 – Requerimientos no funcionales del sistema

## 5. Casos de uso

Para el desarrollo del presente plugin, se definen dos actores, profesor y estudiante. En la Figura1 se muestra el primer caso de uso teniendo como actor al profesor, el define y se agrega una instancia del plugin al curso, con esta instancia, el profesor va a poder configurar la captura de eventos ya sea por tipo, módulo del que provienen, y el valor educativo que aportan al estudiante del curso.

Para el actor estudiante que se muestra en la Figura 2, se considera que recibirá mensajes por Telegram de los eventos realizados por el profesor, para ello, el estudiante tiene que configurar su Chat ID de Telegram y suscribirse al Bot de Telegram, que le informará mediante mensajes de los eventos realizados por el profesor en el curso.

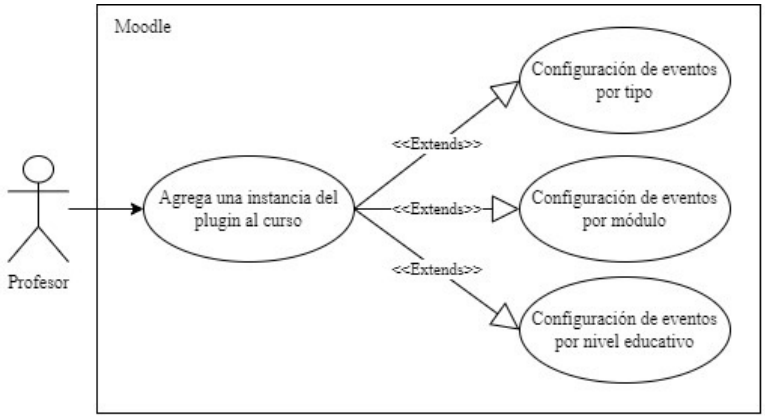



Figura 1 – Caso de uso para el profesor

Finalmente, en el tercer caso de uso mostrado en la Fig. 3, intervienen tanto los profesores como los estudiantes, puesto que ambos generan eventos que el plugin va a capturar, al hacerlo, se revisan las configuraciones del plugin y con ello, se envían los mensajes de Telegram al estudiante.

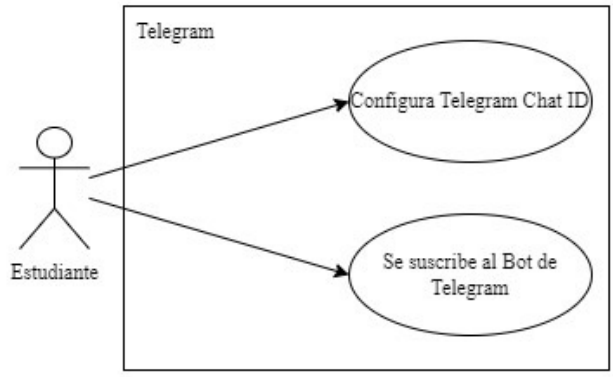



Figura 2 – Caso de uso para el estudiante

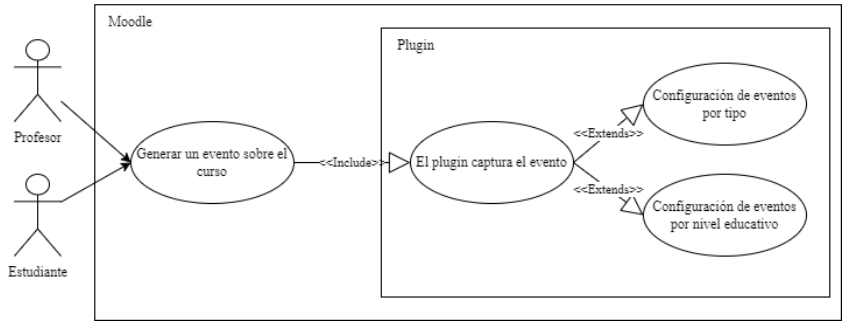



Figura 3 – Caso de uso para la interacción estudiante-maestro

## 6. Funcionamiento del Plugin

El funcionamiento del plugin, se requiere una instalación previa y configuración dentro de un determinado curso, que se explica en la Figura 4. Para el proceso de instalación: El usuario con rol “administrador” en Moodle selecciona añadir un plugin, Moodle brinda la interfaz para subir el plugin que se desea agregar, mediante la carga del archivo .zip. Moodle gestionará la instalación del plugin y el almacenamiento. El usuario con el rol de “profesor” en el curso agrega una instancia del plugin de tipo bloque donde configura el tipo de evento que se va a escuchar, los módulos y el nivel educativo del evento, terminada la configuración, el plugin estará preparado para enviar mensajes a los estudiantes que hayan registrado su Chat Id de Telegram. Finalmente, el usuario con rol “estudiante” deberá agregar su Chat ID de Telegram, para que Moodle esté listo para la generación automática de mensajes.

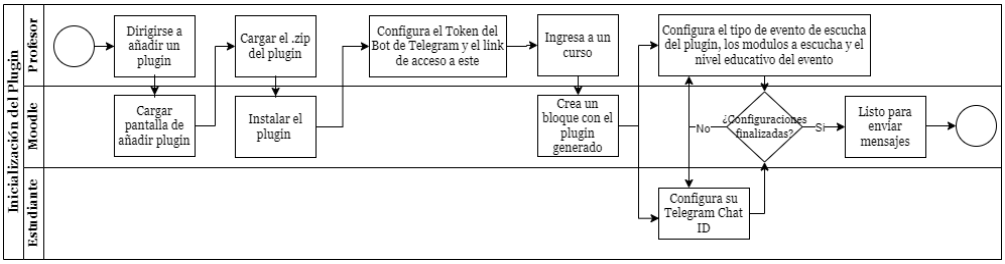



Figura 4 – Diagrama de flujo para instalación del plugin

Como lo explica la Fig. 5, el funcionamiento del plugin partirá del profesor y del estudiante al ingresar al curso. Al ingresar al curso se detecta si se realiza alguna acción de interacción con el curso, si es así, Moodle genera un evento en base a la acción y el módulo que intervino. Al capturar el evento, este lee dichas configuraciones además de las configuraciones de los estudiantes.

A partir de la configuración, detecta si el evento está clasificado para poder enviar mensajes automáticos de Telegram, en caso no esté configurado, pasará a un estado de escucha para identificar la próxima acción que se realice y volver a realizar la comprobación descrita.

Por otro lado, si este evento está configurado para su captura, se procede a verificar si el alumno configuró el Telegram Chat ID en el plugin, recopila los metadatos del evento generando un mensaje automático para ser enviado al estudiante. Una vez construido el mensaje con los metadatos recopilados, se realiza una conexión con la API de Telegram Bot, mediante la cual se enviará el mensaje al Telegram Chat Id, cada Telegram Chat Id hace referencia a un estudiante en Telegram, finalizando con el alumno recibiendo una notificación del Bot de Telegram sobre las actividades que ocurrieron en el curso de Moodle.

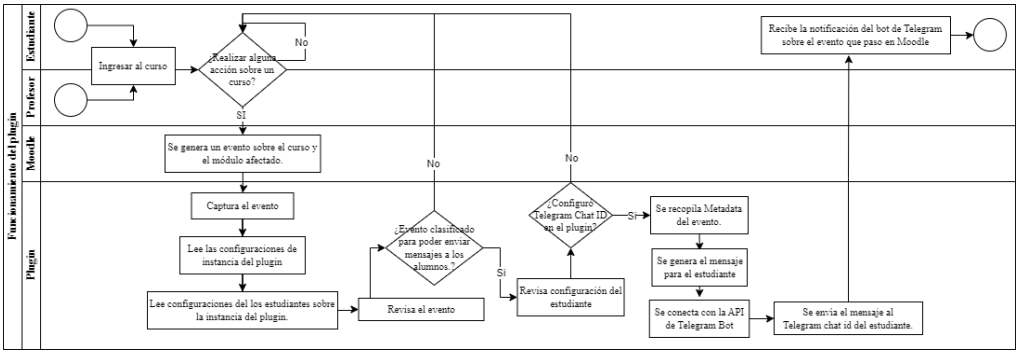



Figura 5 – Diagrama de flujo del Funcionamiento del Sistema

## 7. Arquitectura del Plugin

Para representar el desarrollo realizado y su composición, se hace uso de un diagrama de despliegue, como se muestra en la Figura 6, donde dentro del entorno Moodle, se describe la estructura de carpetas, como el "Moodle" donde se almacena el core del sistema y "moodledata" donde se almacena información del sistema.

En el sistema de Moodle/Blocks, se desarrolla el plugin de tipo bloque (block-telegram-notification), dentro de este bloque se encuentran los módulos de block-telegram-notification, settings.php, util.php, edit_form.php y version.php, en ellos están mayormente la configuración, a nivel de instancia y de administrador.

En el módulo de "amd" se guardan componentes JavaScript que generan contenido dinámico en conjunto con el módulo de "templates" desarrollado en Mustache que aportan contenido gráfico e interfaces de usuario. En el módulo "classes" se encuentran el submódulo de "output", que configura la presentación e interacción de los módulos "amd" y "templates"; y el submódulo "privacy". En el archivo external.php se definen las configuraciones como servicios que brinda el plugin como lo son los servicios web y en el archivo observer.php se encarga de capturar los eventos de Moodle y los clasifica de acuerdo con las configuraciones hechas por el "administrador", "profesor" y "estudiante" definidas en los archivos edit_form.php y en settings.php.

En el módulo de "bd", access.php describe los tipos de accesos a los datos, ya sea de lectura o escritura y a la clasificación de estos, asociándose a sus módulos respectivos, events.php describe qué eventos son los que escucha el plugin, los eventos configurados. Services.php expone los servicios web con los que brindan datos al módulo "amd" usando javascript para actualizar de manera dinámica las plantillas con datos que se proveen. Install.xml, forma parte de la descripción para bases de datos, donde se describen tipos de datos, tablas a crear para el arranque del plugin.

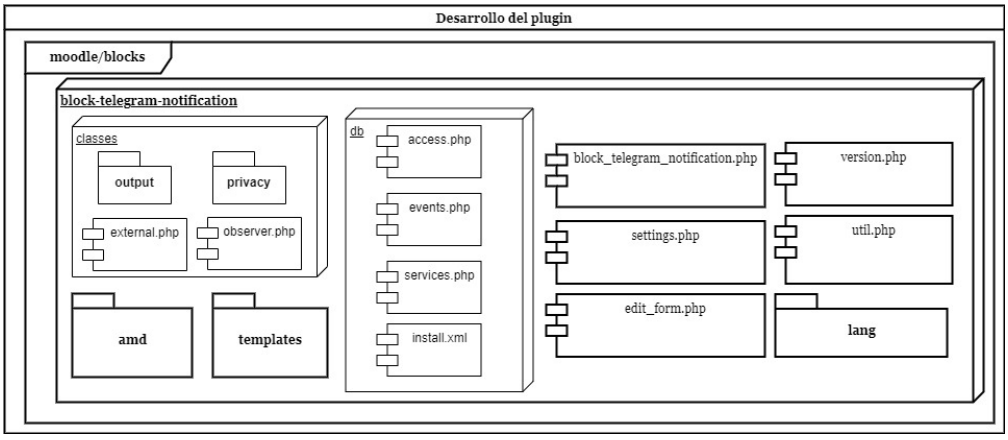



Figura 6 – Arquitectura del Plugin

# 8. Implementación

## 8.1. Configuración del entorno del desarrollo

Para la implementación del plugin, configura el ambiente de desarrollo en el Subsistema de Windows para Linux para instalar Moodle 3.11.12 sobre este, similar a como se realizaría en una instalación de Ubuntu 22.04 que se puede encontrar en la documentación de Moodle (Instalación de Moodle).

Configurado el ambiente de desarrollo, es necesario configurar Moodle en modo desarrollador y configuraciones complementarias, tal como se detalla en el fragmento de código (Figura 7) que se agregó al archivo de config.php el cual se genera luego de la instalación de Moodle. Las configuraciones añadidas evitan que se guarde caché de JavaScript, de las plantillas construidas sobre Mustache y las cadenas de texto de los idiomas (globalización), y el modo desarrollador, junto a la capacidad de poder ver los mensajes de error; estas características se describen en la documentación de Moodle para desarrolladores (Debugging).

Una vez configurado el entorno de desarrollo y Moodle, se procedió a instalar algunos complementos más para poder agilizar el trabajo de desarrollo en JavaScript y el análisis de comportamiento de PHP. Se instaló XDebug para la versión de PHP 7.4 y se configuró el archivo /etc/php/7.4/cli/conf.d/20-xdebug.ini, para poder conectarnos al editor de código PHPStorm (Configure xdebug) y enviarle los datos acerca de la depuración del código de Moodle, estos se detallan a continuación.

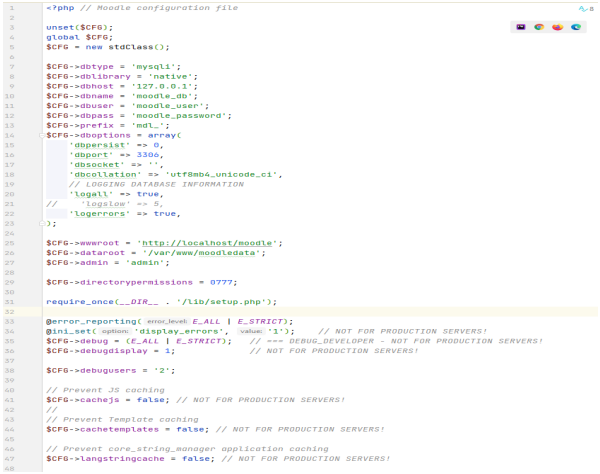



Figura 7 – Extracto de configuración del archivo config.php

Para agilizar el desarrollo de JavaScript, se instala NodeJS en la versión 16.19, agregando las herramientas Grunt y Watchman (Baumgardt, 1998) como dependencias en el archivo package.json, se encuentra en la carpeta raíz de Moodle. Finalmente, se deja la tarea “watch” de Grunt en ejecución en segundo plano para que cada vez que se realice

un cambio en JavaScript, este sea comprimido en un archivo más pequeño y leído por Moodle al momento de ejecutar el plugin.

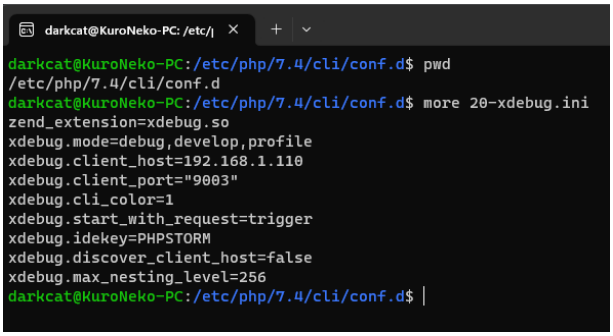



Figura 8 – Configuración de la extensión de PHP XDebug




Figura. 9 – Configuración de package.json con Grunt y Watchman

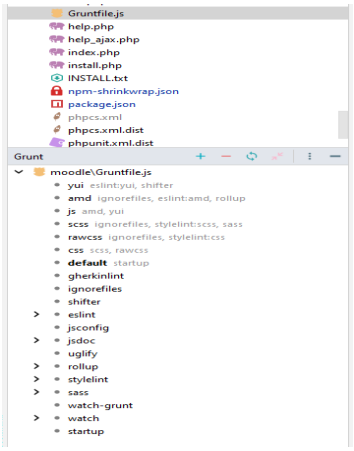



Figura 10 – Tareas de Grunt

### 8.2. Desarrollo del Plugin

Para la realización del plugin, se opta por el desarrollo de tipo bloque o block en inglés. Para ello es necesario tener una estructura de carpetas que se detalla en la documentación (Block Plugins) y a su vez tienen que estar dentro del directorio blocks, en resumen, deben de tener la siguiente ruta \moodle\blocks\nombre_plugin\.

En la primera carpeta está el módulo de JavaScript, aquí se encuentra todo lo relacionado con contenido dinámico y este se insertará sobre PHP, permitiendo así acceder a algunos módulos que nos ofrece Moodle como las ventanas Modal.

La carpeta "classes" corresponde al módulo de carga de JavaScript a PHP, la carga de las plantillas construidas en Mustache, módulos de exposición de API externas desde Moodle (Writing a new service) y módulos de lectura de eventos de Moodle (Events API) junto a los metadatos que estos pueden acceder, el archivo observer.php es el núcleo de este plugin porque en este se filtran los eventos de Moodle según las configuraciones del docente, este elemento se explicará con más detalle en la sección de resultados.

La carpeta de "db" corresponde a los accesos y permisos del plugin, así como los eventos a capturar y los servicios que expondrá. La carpeta "lang" se detalla acerca de los idiomas soportados por el plugin siendo por defecto el inglés.

En la carpeta "templates" se encuentran las interfaces gráficas que presentará el plugin de tipo bloque escrito en Mustache, el cual tiene una sintaxis similar a HTML. Dentro de la carpeta principal existen algunos módulos relacionados con configuraciones del plugin, por instancia como el archivo edit_form.php y a nivel de configuración global con settings.php, y el archivo block_telegram_notificacion.php se encuentra el arranque del plugin.

## 9. Resultados

Finalmente, como resultado del planteamiento se obtuvo el siguiente sistema, donde se detalla el funcionamiento y utilidad en las siguientes capturas.

Para agregar el plugin a un curso, es necesario activar el modo edición e ir al apartado añadir bloques, el cual abre una ventana modal donde se tiene que añadir el plugin, que previamente se instaló, con el nombre "Integración de notificaciones de Telegram".




Figura 11 – Agregar un bloque

Al añadirlo se obtiene en la parte superior derecha de la pantalla un nuevo recuadro con el nombre de la extensión y con un mensaje de información, el cual varía cuando hagamos el registro del Chat Id de Telegram, en esta interfaz también se le provee al usuario un enlace para iniciar una conversación con el Bot de Telegram.

En la siguiente pantalla se muestra el detalle de lo que sucede cuando se da clic al botón de editar ID de chat de Telegram, donde se muestra un campo en que se debe de registrar la información, además de un enlace para obtener el Chat Id de Telegram.

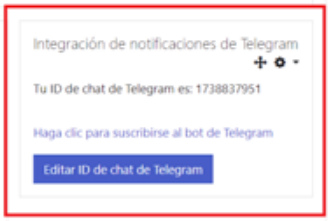



Figura 12 – Bloque Integración de notificaciones de Telegram

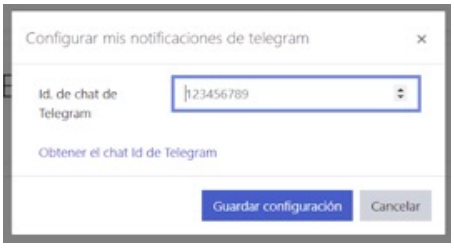



Figura 13 – Configurar Telegram Chat Id

Las configuraciones del plugin se acceden en el modo de edición al hacer clic en el engranaje en la parte superior. Para los profesores, se pueden establecer notificaciones según las acciones realizadas en la plataforma, como agregar, editar, leer, ver o eliminar elementos. También se permite al profesor seleccionar los módulos que pueden enviar mensajes, los cuales se obtienen de la base de datos y se adaptan a las modificaciones de Moodle. En cuanto a las notificaciones enviadas a los estudiantes, el profesor puede elegir el tipo según el valor educativo de las acciones de los usuarios, como “enseñanza”, “participación” u “otros”, con más detalles disponibles en la documentación de Moodle (Events API).

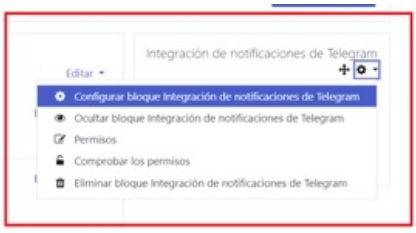



Figura 14 – Integración de notificaciones de Telegram - modo edición

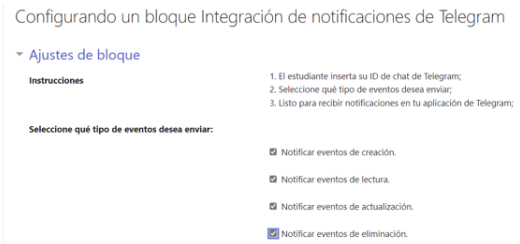



Figura 15 – Configuración del plugin

Finalmente, en las configuraciones del administrador de Moodle (Figura 18) se detallan datos más técnicos necesarios para el funcionamiento, como el token de la API de Telegram Bot que se obtiene con la ayuda de Bot Father solicitando el token del Bot e introducirlo en el primer campo, en el segundo campo el link de Bot de Telegram que se creó para que los estudiantes puedan tener acceso a los mensajes al suscribirse con el primer mensaje que se envía al Bot "/start"(Figura 16).

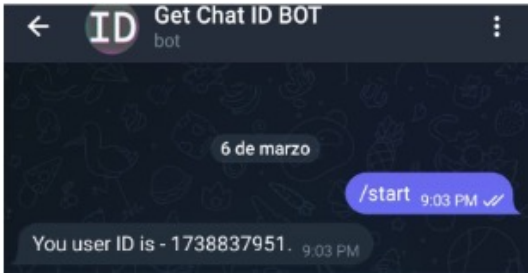



Figura 16 – Obtener el Token ID de Telegram

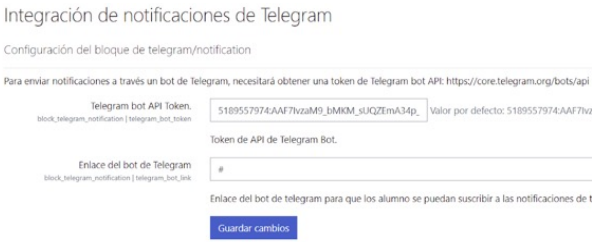



Figura 17 – Configuración del plugin

Como resultado final, se obtienen los mensajes automáticos recibidos a la mensajería de Telegram, figura 18, donde menciona el nombre del docente, el tipo de evento que se realizó, el elemento el cual ha sido afectado por el evento y el enlace donde puede observar el elemento que sufrió la acción del usuario.

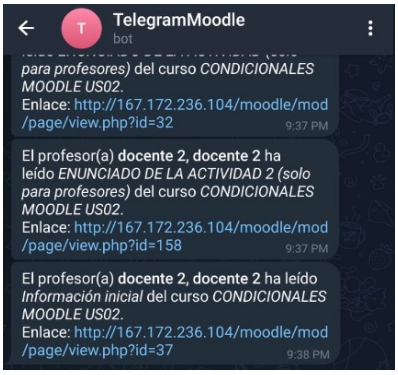



Figura 18 – Mensajes automáticos de los eventos realizados

## 10. Conclusiones

El uso de Moodle atrae muchas ventajas tanto para profesores como estudiantes, puesto que la interacción entre ambos suele ser más fluida, además que con la ayuda de plugins en Moodle se tienen ventajas en actividades más específicas, estos plugins pueden ser usados para la gamificación, seguimiento al alumno, generación de cuestionarios, etc. siendo estos complementos a las actividades que se están realizando.

Por otro lado, la cantidad de datos que genera Moodle es abundante, por lo que gestionar estos metadatos para su análisis significa potenciar la interacción que se puede encontrar en esta plataforma. Es por ello que para este trabajo los metadatos son de vital importancia en la construcción del plugin, registrando las actividades configuradas por el docente, donde son procesados y enviados por medio de notificaciones de Telegram a los estudiantes, cumpliendo así con el objetivo de presentar una comunicación más fluida por parte de los maestros a los alumnos.

Para futuros trabajos se plantea realizar funciones de minería o analítica de datos con la información recogida por las actividades que realiza el docente y la manera en cómo interactúa el estudiante en la asignatura.

Por lo expuesto anteriormente, el uso de plugins con análisis de metadatos en Moodle que se usan para la generación de mensajes instantáneos puede llegar a mejorar la comunicación, aumentar la eficiencia, proporcionando una experiencia de aprendizaje más personalizada ayudando a los docentes a detectar problemas de rendimiento en estudiantes de manera temprana y ofrecerles una retroalimentación mejorada.

## Agradecimientos

Este trabajó se realizó en el marco del proyecto “SPOC adaptativo para la capacitación de profesores universitarios en metodologías activas” con contrato Nº IBA-26-2021-UNSA. Los autores agradecen a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa por el apoyo recibido en la ejecución de dicho proyecto.

## Referencias

Esnaola-Arribillaga, I., & Bezanilla, M. J. (2020). Levels of Moodle use to support university face-to-face teaching. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias Del Aprendizaje, 15(3), 129-137.

Llerena-Izquierdo, J. (2022, January). Virtual classroom design model and its relation to student motivation and performance in a moodle learning environment during the emergency of COVID-19. In Doctoral Symposium on Information and Communication Technologies-DSICT (pp. 21-32). Cham: Springer International Publishing.

Cabero-Almenara, J., Arancibia, M., & Del Prete, A. (2019). Technical and didactic knowledge of the Moodle LMS in higher education. Beyond functional use. Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal), 8(1), 25-33.

Gachkova, M., & Somova, E. (2020). Moodle plug-ins for design and development of gamified courses. INTED2020 Proceedings, 2187-2195.

Sáiz-Manzanares, M. C. Marticorena-Sánchez, R., & García-Osorio, C. I. (2020). Monitoring students at the university: Design and application of a moodle plugin. Applied Sciences, 10(10), 3469.

Liu, D. Y. T., Atif, A., Froissard, J. C., & Richards, D. (2019, January). An enhanced learning analytics plugin for Moodle: student engagement and personalised intervention. In ASCILITE 2015-Australasian Society for Computers in Learning and Tertiary Education, Conference Proceedings.

Psyrra, G., & Mangina, E. (2022, September). LOs within Moodle platform: IEEE-LOM and OAI-PMH integration. In Book of Abstracts (p. 55).

Buendía, F., Gayoso-Cabada, J., & Sierra, J. L. (2019). Generation of standardized e-learning content from digital medical collections. Journal of medical systems, 43, 1-8.

Kutzner, T., Meißner, M., Nesterow, I., Rojas, P., & Freytag, A. (2020). Concept of a cross-university question exchange platform with Moodle LMS.

Franzoni, V., Tasso, S., Pallottelli, S., & Perri, D. (2019). Sharing linkable learning objects with the use of metadata and a taxonomy assistant for categorization. In Computational Science and Its Applications–ICCSA 2019: 19th International Conference, Saint Petersburg, Russia, July 1–4, 2019, Proceedings, Part II 19 (pp. 336-348). Springer International Publishing.

Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández, C., Gutiérrez-Fernández, A., Fernández-Robles, L., & Castejón Limas, M. (2020, October). A Learning Analytics tool for the analysis of students' Telegram messages in the context of teamwork virtual activities. In Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 719-724).

Muhammad, R., Arwani, I., & Rahayudi, B. (2020). Implementasi Plugin Notifikasi Sebagai Media Integrasi Antara E-Learning Moodle dengan BOT Telegram (Studi Kasus: Bimbingan Belajar The Second School). Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN, 2548, 964X.

35/Instalación de Moodle - MoodleDocs. (s/f). Moodle.org. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de https://docs.moodle.org/all/es/35/Instalaci%C3%B3n_de_Moodle

Debugging - MoodleDocs. (s/f). Moodle.org. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de https://docs.moodle.org/401/en/Debugging

Configure xdebug. (s/f). PhpStorm Help. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de https://www.jetbrains.com/help/phpstorm/configuring-xdebug.html

Baumgardt, M. (1998). JavaScript. En Web Design kreativ! (pp. 125–132). Springer Berlin Heidelberg.

Block plugins. (s/f). Moodledev.Io. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de https://moodledev.io/docs/apis/plugintypes/blocks

Writing a new service. (s/f). Moodledev.Io. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de https://moodledev.io/docs/apis/subsystems/external/writing-a-service

Events API - MoodleDocs. (s/f). Moodle.org. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de https://docs.moodle.org/dev/Events_API

Telegram Bot API. (s/f). Telegram.org. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de https://core.telegram.org/bots/api

Filvà, D. A., Escudero, D. F., Rovirosa, B., Canaleta, X., de Torres Gómez, E., Martín, J. N., & Solé, X. (2021). Un chatbot privado y seguro en Moodle para facilitar procesos de enseñanza-aprendizaje y administración. In Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del VI congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación, CINAIC 2021 (pp. 280-285). Servicio de Publicaciones.

De Medio, C., Limongelli, C., Sciarrone, F., & Temperini, M. (2020). MoodleREC: A recommendation system for creating courses using the moodle e-learning platform. Computers in Human Behavior, 104, 106168.

Delgado, L. Bedregal, N., Guevara K., Laura L., Peñares S., & Carpio E. (2023). Provisión de Comunicación Síncrona en Moodle a través de Mensajería Instantánea. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E57), 131-142.

Quispe, E., Tamo G., Bedregal N., Guevara K., Delgado L. & Laura L. (2023). Provisión de Comunicación Síncrona en Moodle a través de Mensajería Instantánea. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E56), 195-208.

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

Recebido/Submission: 01/05/2023
Aceitação/Acceptance: 06/07/2023

# La Educación Virtual en Tiempos de Pandemia y su Relación con el Rendimiento Académico

Oscar Chávez[1], Cayo León[2], Gloria Maritza Valencia-Vivas[2,3], Fany Sobero[2]

**Oscar.chavez1@unmsm.edu.pe; cleonf@unmsm.edu.pe; gmvalencia@espe.edu.ec; fsoberor@unmsm.edu.pe**

[1] Facultad de Educación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 15081, Lima, Perú.

[2] Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 15081, Lima, Perú.

[3] Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, 171103, Sangolquí, Ecuador

**Pages: 320-332**

**Resumen:** El objetivo general del estudio fue establecer cómo se relaciona la educación virtual en tiempos de pandemia con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021. En ese contexto, el cambio de paradigma de la enseñanza presencial a la enseñanza virtual, ha traído como efecto que el desempeño escolar de muchos estudiantes pueda verse afectado de forma significativa, al tener que adaptarse a un nuevo escenario en donde el docente no está presente de forma física. La investigación posee un enfoque cuantitativo; tipo de investigación, básico o teórico; nivel de investigación, descriptivo correlacional y el diseño de la investigación es no experimental; la muestra es censal y está conformada por 78 estudiantes. La técnica que se empleó en el trabajo de investigación fue la encuesta y el instrumento el cuestionario. El principal resultado de la tesis es que las variables "Educación virtual en tiempos de pandemia" y "rendimiento académico de los alumnos" se relacionan de forma positiva con un coeficiente de correlación de 0.864.

**Palabras-clave:** educación virtual; rendimiento académico; Covid-19; autogestión de los contenidos; metodología de trabajo docente.

## *Virtual Education in Times of Pandemic and its Relationship with Academic Performance*

***Abstract:*** The general objective of the thesis was to establish how virtual education in times of pandemic is related to the academic performance of students in the third, fourth and fifth grade of secondary school in a private school, period 2021. In this context, the paradigm shift from face-to-face teaching to virtual teaching, has had the effect that the school performance of many students can be significantly affected, having to adapt to a new scenario where the teacher is not

physically present. The research has a quantitative approach, the level of research is descriptive correlational, and the research design is non-experimental; the sample is census and is made up of 78 students. The technique used in the research work was the survey and the instrument the questionnaire. The main result of the thesis is that the variables "Virtual education in times of pandemic" and "student academic performance" are positively related with a correlation coefficient of 0.864.

***Keywords:*** virtual education; academic performance; Covid-19; content self-management; teaching work methodology.

## 1. Introducción

La pandemia producida por la Covid-19, ha provocado una grave crisis mundial en todos los sectores y ámbitos de la sociedad. En la educación, ha generado el cierre masivo de las instituciones educativas y de todas las actividades presenciales en más de 190 países con el objetivo de contrarrestar la propagación del virus y disminuir el contagio. En ese escenario, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), señala que, en mayo de 2020, aproximadamente mil millones 200 mil estudiantes de todos los niveles de enseñanza, en todo el mundo, dejaron de asistir a la escuela, de esa cantidad, 160 millones corresponde a estudiantes de América Latina y el Caribe (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2021, p. 1).

La CEPAL (2021) señala que, los países de América Latina y el Caribe adoptaron como principal medida, la suspensión de las clases presenciales en todos los niveles, lo que dio lugar a tres escenarios: el despliegue de la modalidad de aprendizaje a distancia a través del uso de diversos formatos y plataformas; el apoyo y la movilización del personal y las comunidades educativas, y la atención a la salud y el bienestar integral de las y los estudiantes (p. 1). Así mismo, es importante destacar que, la principal modalidad de aprendizaje en el contexto de pandemia se da a través de la educación distancia en línea en donde se pueden utilizar diversas plataformas virtuales de aprendizaje tanto síncrono como asincrónico, luego se tiene la transmisión de programas educativos a través de los medios de comunicación tradicionales como la radio o la televisión (p. 2).

En la siguiente figura se observa las principales modalidades de aprendizaje adoptados por los países de América Latina y el Caribe.

Como se observa en la figura 1, la principal estrategia de los países de América Latina y el Caribe es la utilización de instrumentos de aprendizaje a distancia y el aprendizaje en línea. En el Perú, la pandemia producida por el COVID-19 ha propiciado como respuesta del gobierno, el decreto de un estado de emergencia sanitaria, lo que generó que las clases presenciales en todos los colegios se vean afectadas. En ese contexto, el Ministerio de Educación, a través de la RM N° 160-2020-MINEDU, decretó que la educación escolar en todas sus instancias se brinde bajo modalidad a distancia con el objetivo de disminuir la cantidad de contagios por el virus y garantizar el aprendizaje de los niños, niñas y jóvenes.

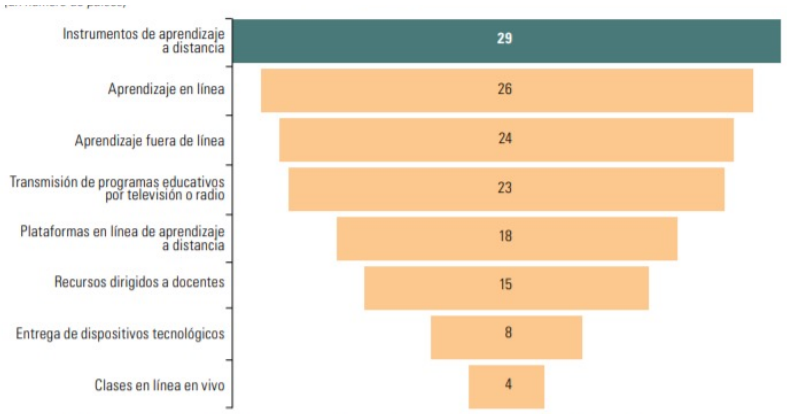



Figura 1 – Estrategias de continuidad de estudios en modalidades a distancia
Fuente. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (2020). Sistematización de respuestas de los sistemas educativos de América Latina a la crisis de la COVID-19, 2020. https://www.siteal.iiep.unesco.org/respuestas_educativas_covid_19.

El Instituto Peruano de Economía [IPE] (2021) citando a la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) del INEI, señala que se redujo en cinco puntos porcentuales el porcentaje de estudiantes que continuaron llevando clases en el 2020 si se compara con el nivel de asistencia del 2019, de tal forma que se pasó de 92% a 87%, es decir, "más de 400 mil alumnos dejaron de plano de llevar clases durante el año pasado a raíz de la pandemia".

En ese contexto, es importante destacar que el artículo 13° de la Ley 28044 -Ley General de Educación-, define calidad de la educación como "el nivel óptimo de formación que deben alcanzar las personas para enfrentar los retos del desarrollo humano, ejercer su ciudadanía y continuar aprendiendo durante toda la vida", citando una serie de factores que inciden en la calidad: servicios, infraestructura, equipamiento y materiales educativos que se adecuen a las exigencias técnico pedagógicas actuales.

En ese sentido, los problemas más significativos se observaron a nivel de las instituciones educativas públicas y los hogares de menores ingresos, toda vez que, en los estudiantes que pertenecen al quintil de ingresos más bajo que corresponde al 20% de hogares con menores ingresos, tuvieron que utilizar "la radio para acceder a las clases a distancia en mucha mayor proporción (30%) que los alumnos pertenecientes al 20% de hogares con mayores ingresos (3%)". Muy por el contrario, "en el 20% de hogares de ingresos más altos, el 59% de los alumnos reportó haber empleado una plataforma virtual o página web, en contraste con solo el 17% del quintil de ingresos más bajo".

A nivel de las instituciones educativas privadas, de acuerdo a estadísticas del Ministerio de Educación [MINEDU] (2019), en el Perú, existen más de 53 mil colegios de Educación Básica Regular (Inicial, Primaria y Secundaria), de los cuales, 13 mil 580 son privados, el 87% de ellos se encuentran en zonas urbanas y 3% en zonas rurales (Mejía, 2020).

En el sector educativo privado, el escenario no fue tan desfavorable como lo acontecido en las instituciones educativas públicas, a pesar de que muchas instituciones cerraron por la falta de ingresos, muchas otras instituciones adaptaron sus procesos misionales de acuerdo a esta situación, por lo que han venido ofreciendo procesos de enseñanza a través de las diferentes plataformas tecnológicas que existen en el mercado además de sus propias plataformas.

Como se observa, la cuarentena obligó a muchas instituciones educativas privadas a adecuarse rápidamente con el fin de seguir brindando el proceso de enseñanza, situación para la cual no estaban preparadas; asimismo, los padres de familia también se vieron afectados, en la medida en muchos de ellos han tenido que ir aprendiendo el manejo de las herramientas tecnológicas junto con sus hijos.

En ese escenario, es importante destacar que, el cambio de paradigma de la enseñanza presencial, a una enseñanza virtual, ha generado que el desempeño escolar de los estudiantes pueda verse afectado de forma significativa, al tener que adaptarse al nuevo escenario en donde el docente no está presente de forma física, conllevando a que posiblemente, muchos estudiantes no logren consolidar los aprendizajes trazados en el currículo nacional.

Teniendo en cuenta ello, el objetivo del estudio es establecer cómo se relaciona la educación virtual en tiempos de pandemia con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021. La investigación se justifica teniendo en cuenta que la pandemia provocada por el virus de la Covid-19, generó que, en el 2020 las instituciones educativas públicas y privadas tengan que adecuarse drásticamente a un contexto de educación a distancia, en donde el principal soporte se brindaba por medio de las tecnologías de la información emergentes como Zoom, Meet, Classroom por citar algunas de ellas. En el contexto privado o particular, las instituciones educativas se tuvieron que adecuar a un proceso nunca antes visto y situación para la cual no estaban preparadas, la educación virtual.

En ese contexto, el cambio de paradigma de la enseñanza presencial a la enseñanza virtual, ha traído como efecto que el desempeño escolar de muchos estudiantes pueda verse afectado de forma significativa, al tener que adaptarse al nuevo escenario en donde el docente no está presente de forma física, conllevando a que posiblemente, muchos estudiantes no logren consolidar los aprendizajes trazados en el currículo nacional; también es importante destacar que los padres de familia también se vieron afectados, en la medida en muchos de ellos han tenido que ir aprendiendo el manejo de las herramientas tecnológicas junto con sus hijos. Por ello, el desarrollo del estudio ha permitido establecer cuál es el nivel de calidad de la educación virtual en un colegio particular a partir de un conjunto de factores con el fin de determinar cómo se relaciona en el rendimiento académico de los estudiantes. Los resultados de la investigación van a permitir desarrollar las mejores prácticas en los procesos de enseñanza a través de la educación virtual teniendo en cuenta como actores principales al estudiante, al docente y a los padres de familia.

En lo que respecta a los antecedentes de la investigación, tenemos que Roncancio (2019) en su investigación denominada “evaluación de los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje (EVEA) de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga (Colombia) mediante

la adaptación y aplicación del sistema Learning Object Review Instrument (LORI)", que tuvo objetivo desarrollar una evaluación de los EVEA en la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga a través de la utilización del sistema LORI para evaluar su practicidad, flexibilidad y pertinencia, concluye que muchos Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje no poseen contenidos de calidad debido a que no son desarrollados teniendo en cuenta la practicidad, flexibilidad y pertinencia; asimismo, existe desconocimiento de la información que se va a presentar a los alumnos, así como del indicador de eficiencia para llegar a saber que se logra o no un cometido. En conclusión, hay un desconocimiento de la existencia de los sistemas de evaluación.

Asimismo, Chiecher (2019) en su investigación denominada "Estudiantes en contextos de educación a distancia. Variables vinculadas con el logro académico", que tuvo objetivo analizar el desempeño y el rendimiento académico de los estudiantes de primer año en la modalidad a distancia, en la cual desarrolla un estudio descriptivo con un diseño no experimental, concluye que, entre las variables personales pueden guardar una relación directa con un mejor rendimiento por parte de los estudiantes está el nivel educativo de los padres, las metas de aprendizaje y las atribuciones causales internas y modificables; así mismo, más allá de aquello que el estudiante puede aportar de sí mismo para el logro académico, también se identificaron características de los docentes y del contexto en general que podrían promover el logro.

Por otro lado, Higuera y Rivera (2021) en su investigación denominada "Rendimiento Académico en Ambientes Virtuales del Aprendizaje Durante la Pandemia Covid-19 en Educación Superior", que tuvo objetivo analizar el rendimiento académico de los estudiantes matriculados en un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) durante la pandemia Covid 19, en la cual desarrolla un estudio con un nivel descriptivo bajo un enfoque cuantitativo, la muestra estuvo conformada por 700 estudiantes; concluye que existe evidencia para establecer que se ha mantenido el rendimiento académico en la enseñanza en un ambiente virtual, toda vez que los estudiantes mantuvieron sus calificaciones y no tuvieron problemas de aprendizaje; esto gracias a que se utilizó la plataforma Google Classroom para realizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, plataforma en la que no tuvieron que hacer grandes modificaciones del contenido de las unidades académicas, sino que simplemente se trasladó la metodología del sistema presencial a uno virtual.

En el Perú, Arévalo (2018), en su investigación denominada "Modelo didáctico para contribuir a la mejora de procesos de enseñanza – aprendizaje en entornos virtuales en la Universidad Señor de Sipán modalidad a Distancia en la Región Lambayeque", en la cual aplicó un modelo didáctico para contribuir a mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en un entorno virtual en la Universidad Señor de Sipán Modalidad a distancia en la Región Lambayeque, desarrolla un estudio a partir de un diseño descriptivo propositivo, siendo el tipo de investigación no experimental y la muestra estuvo conformada por 670 estudiantes. El autor concluye que la aplicación de un modelo didáctico en entornos virtuales ha permitido que los estudiantes adquieran de forma efectiva las competencias establecidas en el currículo, lo que les ha permitido desarrollar un conjunto de actitudes destrezas y habilidades para construir conocimientos. Es importante destacar que el modelo, inicia de la evaluación del perfil docente a partir de una serie de indicadores para evaluar su hoja de vida, posteriormente se desarrolla una

entrevista docente. Para realizar la evaluación, se ha desarrollado una del perfil docente teniendo en consideración que el perfil de un docente de la modalidad presencial es muy diferente al perfil de un docente para la modalidad presencial.

Asimismo, Sinti (2021), en su investigación denominada "las aulas virtuales y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes de tercer año en la I.E. Nuestra Señora de los Dolores, Arequipa, 2021", la cual tuvo como objetivo establecer el nivel de relación entre las aulas virtuales y el rendimiento académico de los estudiantes de la Institución Educativa Nuestra Señora de los Dolores, Arequipa – 2021. Para ello, desarrolla un estudio bajo un enfoque cuantitativo de tipo básico, siendo el diseño no experimental; la muestra es probabilística y estuvo conformada por 95 estudiantes de tercero de secundaria. La conclusión a la que llega el autor es que los rrecursos de aprendizaje virtual, el acompañamiento, los contenidos virtuales y los materiales se relacionan de forma positiva con el rendimiento académico de los estudiantes de tercer año en la I.E. Nuestra Señora de los Dolores, Arequipa, 2021.

Después de revisar los antecedentes del estudio se procede a definir y conceptualizar las variables educación virtual y rendimiento académico, iniciando por la primera de ellas.

Sanabria (2020) señala que la educación virtual o también conocida como educación online e alude a los procesos de formación o didácticos que se llevan a cabo con el uso de tecnologías (p. 3). Asimismo, Vásquez (2020) indica que "las clases virtuales son un entorno digital en el que se lleva a cabo un proceso de intercambio de información y conocimientos que tiene por objetivo proporcionar un aprendizaje entre los usuarios que participan en ellas". En ese contexto, en la educación virtual se utilizan plataformas tecnológicas online a través de las cuales los docentes realizan el proceso de enseñanza y aprendizaje, comparten información con los estudiantes, atienden consultas, dudas y los evalúan.

Para Oliveros, Fuertes y Silva (2018), citados por Gómez y Escobar (2021), la educación virtual flexibiliza el manejo del tiempo, espacio y distancia, brindando mejores y mayores oportunidades de aprendizaje, "sin embargo, necesita condiciones de alistamiento digital, que implican la capacidad de conexión de estudiantes y maestros, dentro de otros rasgos" (p. 3).

Las dimensiones para medir la calidad de la educación virtual son descritas por Martelo et al. (2020) y son las siguientes:

- En lo que respecta a la autogestión de los contenidos de aprendizaje, Machuca et al. (2021) señalan que es el proceso en el cual los estudiantes toman la responsabilidad de planificar, organizar y dirigir su propio aprendizaje. En ese sentido, es un enfoque en el que los estudiantes son participantes activos en la adquisición de conocimientos y habilidades, y se espera que tomen decisiones sobre qué y cómo aprenden. que el gran desafío es que los estudiantes aprendan a utilizar las Tecnologías de la Información y Comunicaciones y puedan autogestionar su aprendizaje y conocimiento, para lo cual, es importante tener en cuenta sus necesidades e intereses, así como su nivel de responsabilidad.
- En lo que respecta a la dimensión atemporalidad didáctica y cumplimiento de tareas, guarda estrecha relación los intereses y necesidades de los estudiantes, en la medida en que depende de él, en dedicar tiempo y empeño para realizar de

forma efectiva las tareas que se le asignen. En ese contexto, La Madriz (2016) señala que el cumplimiento de tareas está relacionado con la deserción del aula virtual por lo que resulta un elemento clave para la calidad en la educación virtual.

- En lo que respecta a la calidad de los contenidos, Martelo et al. (2020) señala que La "calidad de contenidos" en la educación virtual se refiere a la medida en que los materiales educativos y los recursos utilizados en entornos virtuales de aprendizaje son relevantes, precisos, actualizados, claros y efectivos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La calidad de los contenidos es fundamental para garantizar una experiencia educativa en línea significativa y exitosa.
- En lo que respecta a la metodología de trabajo del docente, García (2019) señala que la debe estar dirigido a lograr que los estudiantes se incentiven a lograr un aprendizaje significativo, no sólo a partir de los contenidos, sino también a partir de su propia autonomía de aprendizaje, de tal forma que permite que los estudiantes desarrollen competencias y habilidades en comunicación, liderazgo, reflexión, empatía y negociación. Además, asumen responsabilidades que promueven la capacidad de reflexión y fomentan el desarrollo de competencias transversales.
- En lo que respecta a la dimensión empatía con el entorno, se podría decir, que el principal factor de todas las dimensiones abordadas hasta el momento, toda vez que como señala La Madriz (2016), muchos estudiantes desertan del aula virtual por la dificultad que tienen para administrar el tiempo de dedicación al aula virtual.
- En lo que respecta a la flexibilidad del curso, está relacionado con aspectos didácticos; en ese sentido, Yao (2016) señala que, la flexibilidad en el método académico utilizado por los docentes promueve la transformación de enfoques rígidos hacia un enfoque dinámico al permitir el desarrollo de nuevas estrategias, la interdependencia de conocimientos, el fomento del trabajo colaborativo y la reorganización de la evaluación y los contenidos.
- En lo que respecta a la sólida preparación del profesorado, se puede establecer que, si el docene no se encuentra preparado para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de un medio virtual no se podría garantizar el adecuado aprendizaje de los estudiantes, lo que incidiría en la calidad de la educación virtual. En ese sentido, Torres (2018), afirma que un docente capacitado con una sólida formación académica y profesional, habilidades reflexivas sobre la práctica educativa, creencia en el trabajo colectivo y capacidad para adaptarse a los avances del conocimiento científico, técnico y pedagógico, garantiza una actuación rigurosa, sistemática, reflexiva y coherente.
- En lo que respecta a la dimensión seguimiento a estudiantes, es un factor clave en la medida en que permite "evaluar si el alumno realmente avanza en su proceso de aprendizaje" (Martelo, Franco y Oyola, 2020, p. 358), asimismo, indican que educación virtual brinda al docente, la posibilidad de seguir de forma detallada el progreso del estudiante, "permitiendo evidenciar información con la cual se puede mejorar la calidad de la educación".
- En lo que respecta a la plataforma educativa, Martínez et al. (2017) señala su importancia, al resaltar "que los alumnos utilizan estas herramientas como

fuente principal para la apropiación de conocimientos significativos, debido a que no se ciñen a un horario determinado para llevar a cabo consultas, acceder a contenidos en cualquier hora y lugar". En ese sentido, las plataformas educativas han propiciado que, en tiempos de pandemia y confinamiento, el proceso de enseñanza y aprendizaje continue.

- Finalmente, en lo que respecta a la dimensión calidad del internet, se puede incidir que depende en gran medida de condición socioeconómica del estudiante y es un factor sin el cual, se podría llevar a cabo la educación virtual.

Ahora se define lo que es el rendimiento académico, Estrada (2018) señala que rendimiento académico es influenciado por diversos factores, como los biológicos, psicológicos, sociológicos y económicos. Estos factores determinan e inciden los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, Martínez y Paladinez (2016) definen el rendimiento académico como un indicador que permite evaluar el proceso de aprendizaje a partir del avance del conocimiento que adquiere el estudiante que se refleja en una cartilla en cantidades numéricas, mismo que permite corregir las falencias detectadas (p. 29). El rendimiento académico es un indicador de gran importancia en la medida que describe el nivel de logro que alcanzan los estudiantes.

Asimismo, Bernal et al. (2019) indican que el rendimiento académico se considera como un aspecto fundamental en el proceso de aprendizaje, ya que refleja la situación académica de los estudiantes, además, las deficiencias en el rendimiento académico pueden tener consecuencias negativas, como la suspensión o la deserción estudiantil. Este rendimiento está influenciado por el entorno educativo y una gestión universitaria adecuada.

En contraste a estas definiciones, tenemos el bajo rendimiento académico, Erazo (2018) señala que se debe a la incapacidad del estudiante para generar y organizar estructuras de conocimiento académico. Esto se debe a la falta de habilidades cognitivas (como la atención y la memoria) y habilidades metacognitivas (como la comprensión, la relación, la síntesis, la resolución de problemas y la inteligencia) que no se han desarrollado debido a la falta de práctica en el ámbito escolar y la falta de experiencia en temas específicos. El bajo rendimiento académico representa el escaso nivel de participación que posee el estudiante en el proceso de aprendizaje, en el cual, pueden influir diversos factores, y comúnmente se refleja en una nota la misma que puede ser cuantitativa o cualitativa; en conclusión, el bajo rendimiento académico se puede concebir como una característica negativa del rendimiento académico (Martínez y Paladinez, 2016, p. 34).

A continuación, se definen las cinco dimensiones que explican el rendimiento académico (Montes y Lerner, 2011):

"La dimensión académica hace referencia al qué y al cómo del desenvolvimiento académico del sujeto en su proceso formativo universitario; la dimensión económica incluye las condiciones económicas del estudiante y su familia; la dimensión familiar se relaciona con el ambiente más próximo en el que se desarrolla y crece el individuo; la dimensión personal tiene en cuenta las motivaciones, las habilidades sociales y la manera de enfrentar el resultado de las evaluaciones; y la dimensión institucional se fundamenta en acciones, ayudas e infraestructura que la universidad ofrece para apoyar el proceso académico y la formación integral de los estudiantes" (p. 10).

## 2. Método

El estudio se desarrolla bajo el enfoque cuantitativo, de tipo básico o teórico, su nivel es descriptivo correlacional, Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que en estas investigaciones "se describen fenómenos, situaciones, contextos o sucesos, es decir, se detallan como son y se manifiestan, así mismo, de detallan las características y los perfiles de las personas" (p. 92). En la investigación se pretende establecer la RELACIÓN. influencia de la educación virtual en tiempos de pandemia con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021.

En lo que respecta al alcance, es de tipo correlacional, en la investigación las variables son asociadas a partir de los resultados de la muestra y de patrones predecibles (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 93). En ese sentido, en la investigación se medirá la relación entre los "Educación virtual en tiempos de pandemia" y el "rendimiento académico de los alumnos".

En lo que respecta al diseño, se utilizará un diseño no experimental. Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que, en estos estudios, "no se generan nuevas situaciones de forma intencional, es decir, solo se observa las situaciones que ya existen".

La hipótesis de la investigación es la siguiente: La educación virtual en tiempos de pandemia se relaciona de forma positiva con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021.

La población corresponde a todos los estudiantes del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria que se matricularon y culminaron el periodo escolar 2021 en el Colegio particular Jesús el Buen Pastor ubicado en el distrito de Breña, dicha cantidad asciende a 78 estudiantes y la muestra es está conformada por 78 estudiantes del del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria que se matricularon y culminaron el periodo escolar 2021.

La técnica utilizada en el estudio es la encuesta, y el instrumento seleccionado para obtener la información de la muestra fue la encuesta la cual se desarrolló en base a las dimensiones e indicadores de cada una de las variables. Se utilizó una encuesta para medir la "educación virtual" (variable independiente) y otra encuesta para medir el "rendimiento académico" (variable dependiente). Cada encuesta se estructuró teniendo en cuenta una escala de Likert.

## 3. Resultados

La herramienta estadística que se utilizó para el análisis de los datos fue la prueba de correlación de Spearman teniendo en cuenta que los datos no cumplen con la normalidad, a continuación, se exponen los principales resultados del estudio.

La hipótesis de estudio es la siguiente:

(Hi): La educación virtual en tiempos de pandemia se relaciona de forma positiva con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021.

(Ho): La educación virtual en tiempos de pandemia no se relaciona de forma positiva con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ Estadístico: Rho de Spearman

Regla de decisión:

Significancia bilateral (P) < α, no se rechaza Ho.

Significancia bilateral (P) > α, se rechaza Ho.

**Correlaciones**

| | | | Educación virtual en tiempos de pandemia | Rendimiento académico de los alumnos |
|---|---|---|---|---|
| Rho de Spearman | Educación virtual en tiempos de pandemia | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,864** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | | N | 78 | 78 |
| | Rendimiento académico de los alumnos | Coeficiente de correlación | ,864** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | | N | 78 | 78 |

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 1 – Correlación entre "Educación virtual en tiempos de pandemia" y "rendimiento académico de los alumnos"

Los resultados mostrados en la tabla 1 indican que las variables "Educación virtual en tiempos de pandemia" y "rendimiento académico de los alumnos" se relacionan de forma positiva con un coeficiente de correlación de 0.864, esto lleva a tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula; es decir, la educación virtual en tiempos de pandemia se relaciona de forma positiva con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021.

## 4. Conclusiones

Se concluye que las variables "Educación virtual en tiempos de pandemia" y "rendimiento académico de los alumnos" se relacionan de forma positiva con un coeficiente de correlación de 0.864, esto lleva a tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula; es decir, la educación virtual en tiempos de pandemia se relaciona de forma positiva con el rendimiento académico de los alumnos del tercero, cuarto y quinto grado de secundaria en un colegio privado, periodo 2021.

En ese contexto, es importante destacar que la educación virtual se ha vuelto extremadamente importante en tiempos de pandemia debido a las restricciones sanitarias que han limitado la capacidad de las instituciones educativas para llevar a cabo la enseñanza presencial.

La educación virtual ha permitido que los estudiantes puedan continuar con su aprendizaje desde cualquier lugar, ya sea desde su casa o en cualquier otro lugar donde puedan acceder a internet. Además, la educación virtual ha brindado la oportunidad de que los estudiantes accedan a una educación de calidad, sin importar las limitaciones geográficas o económicas que puedan tener.

La educación virtual también ha permitido que los profesores puedan seguir impartiendo sus clases y mantener la interacción con los estudiantes, utilizando herramientas en línea como videoconferencias, chats y foros. Además, la educación virtual ha facilitado la colaboración y el trabajo en equipo entre los estudiantes, a través de plataformas de aprendizaje en línea.

Asimismo, La educación virtual tienen un impacto positivo en el rendimiento escolar de los estudiantes, siempre y cuando se implemente adecuadamente y se utilicen las herramientas adecuadas.

Una de las ventajas de la educación virtual es que los estudiantes pueden trabajar a su propio ritmo y en su propio horario, lo que puede ayudar a mejorar su concentración y motivación para aprender. Además, los materiales educativos en línea son interactivos y ofrecen una amplia variedad de recursos, lo que puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos y reforzar sus conocimientos.

## Referencias

Arévalo, J. (2018). Modelo didáctico para contribuir a la mejora de procesos de enseñanza – aprendizaje en entornos virtuales en la Universidad Señor de Sipán modalidad a Distancia en la Región Lambayeque [Tesis]. Recuperado el 25 de mayo de 2019 de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30085/Arevalo_AJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bernal, M., Lamos, A., Vargas, O., Camargo G., Sanchez N. (2019). Learning approaches, academic performance and related factors;in students that curve last year of the programs of the faculty of health sciences, Educación Médica, 20 (2)

Chiecher, A. (2019). Estudiantes en contextos de educación a distancia. Variables vinculadas con el logro académico, RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 22(2), pp. 203-223. Recuperado el 16 de abril de 2020 de https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/23368/19888

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (2020). Sistematización de respuestas de los sistemas educativos de América Latina a la crisis de la COVID-19, 2020. Recuperado el 02 de abril de 2020 de https://www.siteal.iiep.unesco.org/respuestas_educativas_covid_19.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Recuperado el 18 de abril de 2020 de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/S2000510_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Erazo, O. (2018). Programa de hábitos escolares para mejorar el bajo rendimiento académico en estudiantes de bachillerato de un colegio público de Popayán-Colombia, Ecuetros, 16 (2), 117-133

Ferreira, S. y Salamanca, M. (2013). La flexibilidad didáctica en entornos virtuales de aprendizaje. Virtu@lmente, 1(2), 45-59

García, D. (2013). Estrategia Didáctica para mejorar el Rendimiento Académico de los estudiantes en la Asignatura Cálculo I de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo [Tesis]. Recuperado el 18 de abril de 2020 de http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/852/dgarcia.pdf?sequence=1

García-Lázaro, I. (2019). Escape room como propuesta de gamificación en educación. *Revista Educativa Hekademos*, 27, 71-79. Recuperado el 03 de abril de 2020 de https://www.hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/17 [ Links ]

Gómez, S. y Escobar, C. (2021). Educación virtual en tiempos de pandemia: incremento de la desigualdad social en el Perú, SciELO Preprints, pp. 1-12

Higuera, A. y Rivera, E. (2021). Rendimiento Académico en Ambientes Virtuales del Aprendizaje Durante la Pandemia Covid-19 en Educación Superior. Recuperado el 03 de abril de 2020 de https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/download/2862/5112/5339

Instituto Peruano de Economía [IPE] (2021). Efectos del Covid-19 en la educación. Recuperado el 28 de mayo de 2020 de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/S2000510_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

La Madriz, J. (2016). Factores que promueven la deserción del aula virtual. Orbis. Revista Científica Ciencias Humanas, 12(35), 18-40.

Machuca Vivar, S. A., Sampedro Guamán, C. R., Palma Rivera, D. P., & Villalta Jadán, B. E. (2021). Autorregulación del aprendizaje en línea y procrastinación académica como factores de la efectividad del aprendizaje virtual. Revista Conrado, 17(S3), 122-130.

Martelo, R., Franco, D. y Oyola, P. (2020). Factores que influyen en la calidad de la educación virtual, Revista Espacios, 41 (46), pp. 352-361

Martínez, E. et al. (2017). La importancia de las plataformas educativas virtuales como herramienta de apoyo a la educación tradicional. Revista de Tecnología y Educación, 1(1), 16-24

Martínez, L. y Paladinez, M. (2016). Trastornos afectivos y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes de la escuela de educación básica “Paul Percy Harry Bryan” de la ciudad de Machala perteneciente a la ciudadela el bosque [Tesis]. Recuperado el 28 de mayo de 2020 de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/4599

Mejía, P. (2020). Educación escolar a distancia, finanzas y fidelización en colegios privados del Perú. Educación escolar a distancia, finanzas y fidelización en colegios privados del Perú

Montes, I. y Lerner, J. (2011). Rendimiento académico de los estudiantes de pregrado de la Universidad EAFIT. Perspectiva cuantitativa. Recuperado el 28 de mayo de 2020 de http://www.eafit.edu.co/institucional/calidad-eafit/investigacion/Documents/Rendimiento%20Ac%C3%A1demico-Perrspectiva%20cuantitativa.pdf Consulta 18/01/15.

Oliveros, J., Fuertes, L. y Silva, C. (2018). La educación virtual como herramienta de apoyo en la educación presencial, ECACEN, (1).

Roncancio, C. (2019) en su investigación denominada "evaluación de los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje (EVEA) de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga (Colombia) mediante la adaptación y aplicación del sistema Learning Object Review Instrument (LORI) [Tesis]. Recuperado el 28 de mayo de 2020 de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/671465/tcyrb1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sanabria, I. (2020). Educación virtual: oportunidad para aprender a aprender, Análisis Carolina, pp. 1-14

Sinti, M. (2021), en su investigación denominada "las aulas virtuales y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes de tercer año en la I.E. Nuestra Señora de los Dolores, Arequipa, 2021 [Tesis]. Recuperado el 28 de mayo de 2020 de https://fcelan.unsa.edu.pe/investigacion/subidas/grupo_229/PROYECTO%20DE%20TESIS%20-%20SINTI%20ROMERO,%20MIRELLA.pdf

Torres, J. (2018). La formación del profesorado: un reto en la educación superior, Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales, 14 (2), pp. 95-96

Vásquez, G. et al. (2020). Educación virtual en tiempos del covid-19 desde la perspectiva socioeconómica de los estudiantes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí del cantón Jipijapa, Polo del Conocimiento, 5 (10), pp. 798-823

Yao, F. (2016). Los factores que influyen en la calidad de la educación. Itinerario Educativo, 30(67), 217-225

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

Recebido/Submission: 18/06/2023
Aceitação/Acceptance: 29/08/2023

# Aplicação de Melhores Práticas de Gestão e Segurança para Monitoração de Ativos de Infraestrutura

Felipe Barreto de Oliveira[1], Luiz Augusto dos Santos Pires[1], João Paulo da Costa e Silva Garcia[1], Renato José da Silva Camões[1], Robson de Oliveira Albuquerque[1], Julio Sérgio Fernandes Alves[2], Fábio Lúcio Lopes de Mendonça[1], Georges Daniel Amvame Nze[1]

**felipebarreto2@gmail.com; luiz.pires11@gmail.com; garciajoaopaulo@gmail.com; renato.camoes@redes.unb.br; robson@redes.unb.br; cgti.gestao@pgfn.gov.br; fabio.mendonca@redes.unb.br; georges@unb.br**

[1] Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Elétrica – PPEE - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Brasília, Brasil - Zipcode 70910-900

[2] Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional - PGFN, Brasília, Brasil - Zipcode 70040-250

**Pages: 333-346**

**Resumo:** As melhores práticas são um dos alvos principais de estudos na área de tecnologia, pois elas proporcionam fundamentações teóricas sobre configurações, condutas de gestão e, principalmente, controles de segurança. No âmbito governamental as melhores práticas ganham uma atenção especial, pois constantemente operam dados críticos. Os sistemas governamentais são altamente complexos e onerosos, necessitando assim, visões especiais sobre casos específicos. Nesse sentido, este trabalho apresenta o uso de melhores práticas de gerenciamento de ativos de redes com o objetivo de otimizar recursos computacionais, abordando controles de segurança e de informação aplicadas no ambiente de monitoração de redes da Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional (PGFN) do Brasil. O estudo demonstra que processos bem definidos de atualização de ferramenta suportada por melhores práticas é capaz de otimizar o processo de gestão de ativos de redes e monitoramento.

**Palavras-chave:** Melhores Práticas, Gerenciamento de ativos de rede, Zabbix.

## *Network Asset Management Supported by Best Practices for Resources Management and Monitoring*

***Abstract:*** Best practices are one of the main targets of studies in technology because they provide theoretical foundations about configurations, management behaviors, and especially security controls. In the governmental domain, best practices gain special attention because they constantly operate critical data. Government systems and data are complex structures, thus requiring special views on specific cases. Therefore, this work aims to present management best practices for network resources, aiming at the principles of security and asset monitoring applied to the

environment of the Brazilian General Attorney of the National Treasury (PGFN). Results show well-defined process for the upgrade of tools supported by best practices can optimize the asset monitoring and management processes with gains in the network resources monitoring.

***Keywords:*** Best Practices, Network Assets Management, Zabbix.

## 1. Introdução

Atualmente, diversas companhias vêm se utilizando de ferramentas de código aberto para fins variados. Este fenômeno ocorre por vários fatores, desde a qualidade apresentada por diversas ferramentas até questões orçamentárias. Segundo (Hughes, 2022), mais de três quartos das organizações mundiais aumentaram seu uso de ferramentas de código aberto comparado com anos anteriores. Cerca de 77% das organizações entrevistadas reconhecem que seus sistemas dependem mais de códigos abertos do que em tempos anteriores (Hughes, 2022). A empresa Tidelift (Germain, 2021), em uma pesquisa, concluiu que, por diversos fatores ocorridos no ano de 2020, 68% das organizações entrevistadas adotaram soluções de código livre durante a crise econômica, de modo a diminuir os custos. Contribuindo para esse cenário, segundo a pesquisa feita pela O'Reilly Media e a IBM (Germain, 2021) em 2020, 94% dos desenvolvedores entrevistados acreditam que as soluções de código aberto são iguais ou melhores que os softwares proprietários.

A definição de software de código aberto não é, necessariamente, uma ferramenta de licença gratuita, sendo mais uma cooperação entre atores em uma comunidade tecnológica. Por outro lado, existe a crença de que a insegurança seja maior em softwares de código aberto, pois o código fonte está disponível e acessível a todos. Entretanto, as violações de segurança normalmente são corrigidas rapidamente com ampla notificação à comunidade de usuários, reduzindo exposição a ameaças conhecidas. Por outro lado, segundo (Ruffin & Ebert, 2004), ao utilizar o código aberto, existem aspectos legais importantes que é preciso levar em consideração. O código aberto, é aquele que pode ser usado, modificado ou distribuído livremente, desde que sejam observadas certas condições como, por exemplo, direitos autorais e proteção do código aberto. Geralmente, os códigos abertos possuem direitos autorais onde o licenciador é o proprietário, autor ou distribuidor deste produto. Ao introduzir um software de código aberto em uma organização, é possível substituir ou retrabalhar os processos e as condições de suporte. Além disso, deve existir boas práticas para gerenciamento de versões, monitoramento de dados e manutenção da solução.

A utilização de boas práticas é amplamente adotada no âmbito da tecnologia, pois, segundo (Pelkonen, 2022), a adoção de boas práticas é o melhor caminho para a sustentação de uma nova tecnologia, dado que a mesma pode proporcionar diversas melhorias como padronização e melhor suporte. No âmbito do gerenciamento de ativos de rede em sistemas de código aberto, o uso de melhores práticas pode ser fundamental em situações de imprevisibilidade. Outra visão importante, proporcionada por essas melhores práticas, são os benefícios relacionados aos controles de segurança, onde, por sua vez, buscam gerar disponibilidade, integridade, confidencialidade e autenticidade, princípios esses, básicos da segurança.

Esta pesquisa tem como objetivo contribuir na geração de conhecimento para aplicação prática e imediata, centrando na solução das melhores práticas para o gerenciamento de ativos de redes, explicitando uma abordagem metodológica com caráter exploratório, através do levantamento de dados e melhoria do ambiente objeto de estudo, explicitando controles de segurança importantes no decorrer do processo.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: Na seção 2, apresenta-se e descreve-se os trabalhos correlatos presentes na literatura; Na seção 3 são apresentadas as práticas e estruturas de processos utilizadas; Na seção 4 são apresentados os experimentos realizados no âmbito da PGFN, seus resultados e suas discussões. Por fim, na seção 5, tem-se a conclusão do trabalho realizado, bem como os trabalhos futuros.

## 2. Trabalhos Correlatos

Diferentes documentos propuseram a implementação de melhores práticas no gerenciamento de software livres em organizações. Alguns deles são apresentados na sequência.

O trabalho executado por Hammond (Hammond, 2009) apresenta um estudo, com o intuito de responder uma questão central: "Como a sua organização irá gerir a inevitável adoção do software livre?". Para responder esse questionamento, o autor entrevistou diversos gerentes de desenvolvimento, arquitetos, analistas, executivos e desenvolvedores. O resultado desse trabalho gerou três boas práticas para o gerenciamento de softwares código livre. A primeira delas é a criação de uma política concisa para software de código livre, onde torna-se importante especificar as metas e as aspirações no uso deste tipo de software. A segunda boa prática está relacionada ao processo de aquisição do software, no qual, segundo os autores, deve-se definir meios eficientes de avaliar esses softwares. A terceira e última boa prática é a adequação dos alvos para diferentes pessoas, processos e ferramentas, onde torna-se importante a identificação de dependências necessárias para a manutenção e adaptação do software.

No trabalho desenvolvido por Olson e Weins (Olson & Weins, 2009) foram elaborados dez elementos importantes para a governança em código aberto. O primeiro elemento é a estratégia de código aberto, que define razões e objetivos da organização em relação ao código aberto. O segundo elemento, relacionado com uma política de código aberto, mostra as condições de como os códigos abertos podem ser usados na organização, definindo elementos típicos, como política jurídica, política de aquisição, entre outras. O terceiro elemento, é o patrocínio executivo, onde os desafios só poderiam ser superados com o apoio da gestão. O quarto elemento, seria a adesão das partes interessadas, garantindo que todos os envolvidos estejam em conformidade com o processo. O quinto elemento, seria o financiamento, fornecendo os recursos necessários para a implementação de gestão. O sexto elemento, seria o inventário, onde é necessário que o gestor saiba qual software de código livre é usado nos ativos, iniciando o inventário simultaneamente à criação e a implementação da política de código aberto e processo. Já o sétimo elemento seria o provisionamento, obtendo do software um repositório confiável e interno. O oitavo elemento seria a solicitação e aprovação, que devem ocorrer antes do desenvolvimento, tendo três opções para execução - processo manual,

ferramentas de um fornecedor externo e o seu próprio processo automatizado. Já no nono elemento, temos a auditoria, que garante a conformidade com as políticas e licenças de código aberto. Por último, temos o comunicado, que é responsável pela comunicação de ativos e solicitações, como possíveis mudanças nos inventários, status de solicitação e aprovação, conformidade com a política estabelecida, dentre outros.

Por sua vez, (Villazón *et al*., 2017) propõem práticas para medir o processo de migração, atualização para aplicações e fluxos que orientam a metodologia cubana de migração para aplicativos de código aberto. Esse trabalho ressalta práticas importantes como alternativas de software livre para aplicativos proprietários, possibilidades de desenvolvimento de aplicativos baseados em funcionalidades não satisfeitas pelos aplicativos de software livre existentes, homologação de dispositivos de hardware para software livre e configuração e utilização de aplicativos para administração de rede.

No trabalho de (Aguiar, 2017) é apresentado um estudo de caso da implementação do sistema Zabbix no ambiente corporativo da Força Aérea Brasileira. O estudo avalia os requisitos da Força Aérea e conclui que o Zabbix satisfaz as necessidades da mesma. O artigo também busca uma implementação baseada nas boas práticas de governança de TI ao se utilizar de alguns processos do COBIT. Em (Abramov, 2021) é feito um estudo dos softwares de monitoramento de rede. Sendo exposta a experiência de monitoramento das Redes Nacionais de Pesquisa e Educação (NRENs), em colaboração com a Rede Nacional de Computadores de Pesquisa da Rússia (NIKS). Durante a análise é levado em conta os procedimentos baseados nas melhores práticas, sobretudo, da FCAPS, eTOM e ITIL.

## 3. Metodologia

A metodologia elaborada na Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional (PGFN) engloba a descrição dos processos que serão desenvolvidos durante o estudo, gerando conhecimento, fazendo a ligação dos métodos e técnicas que foram utilizadas para a elaboração das soluções, considerando controles de segurança.

### 3.1. Práticas Utilizadas

Para a execução do objetivo proposto, foram apresentadas quinze (15) práticas desenvolvidas ao longo do processo de atualização do software de monitoração de ativos e recursos (Zabbix) na PGFN. Essas práticas são apresentadas na tabela 1, relacionando-as com os pontos-chave expressos e adaptados do trabalho de (Olson & Weins, 2009).

| # | Prática | Descrição |
|---|---|---|
| 1 | Reuniões iniciais | Necessárias para tomada de decisões, sendo imprescindível para analisar os benefícios e riscos para aprovação da atualização do Zabbix. Esta ação é similar ao ponto chave chamado de “Executive Sponsorship”. |
| 2 | Apresentação da vertente do Zabbix e do gerenciamento de inventário | Assim como ao ponto chave “Open Source Strategy”, são boas práticas para que a organização expresse porque utiliza o software livre e quais as expectativas (metas e objetivos) são esperadas pelo software. |

| # | Prática | Descrição |
|---|---|---|
| 3 | Análise atual do ambiente Zabbix | É responsável pelas expectativas e pelo motivo de utilização e o funcionamento atual da ferramenta utilizada. |
| 4 | Análise da Documentação do Zabbix | Prática necessária para comparações de versões como também para adequação à estratégia estabelecida e passos anteriores. Importante para identificar fontes de pesquisa, comunidades, suporte e sites. Pode ser referenciada ao ponto chave "Provisioning" no trabalho de Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |
| 5 | Verificação da necessidade de atualização do ambiente Zabbix | Prática responsável por identificar os reais problemas e seus ramos expressos no processo, fazendo parte do ponto chave "Open Source Policy", descrita por Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |
| 6 | Pré-requisitos para a utilização do novo Zabbix | Responsável pela verificação das condições necessárias para implementar as soluções definidas. Este passo também faz parte do ponto chave "Open Source Policy". |
| 7 | Dimensionamento dos ativos para o novo Zabbix | Prática utilizada para dimensionar os ativos necessários para a implementação da nova solução, passo esse, fundamental para o andamento do processo. Este passo é descrito como ao ponto chave "Open Source Policy" no trabalho de Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |
| 8 | Dimensionamento computacional para instalação do novo Zabbix Server | Semelhantemente à anterior, esta prática é responsável por dimensionar os recursos computacionais necessários para o server, onde será instalada a nova versão do Zabbix Server. Este passo também faz parte do ponto chave "Open Source Policy". |
| 9 | Dimensionamento computacional para instalação do novo Banco de dados | Prática referente a dimensionamento computacional do servidor responsável por hospedar o banco de dados, sendo que esse terá que ser atualizado para a versão mais recente do software, fazendo parte do ponto chave "Open Source Policy", descrita por Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |
| 10 | Estudo de caso, em um ambiente controlado, de testes para a atualização e junção dos bancos Zabbix | Garantir que os envolvidos vão aprovar e aderir aos processos de atualização do Zabbix. Esse passo torna-se uma boa prática para apresentar possíveis riscos para o negócio da organização. Também necessária para aprovação de todos os envolvidos, sendo essa prática similar ao ponto chave "Buy-in from Stakeholders". |
| 11 | Escrita do Roteiro de Atualização | Prática utilizada para confirmar os passos de atualização do software livre. Estabelece o fluxo de trabalho e os envolvidos na atualização. Pode ser referenciada ao ponto chave "Resquests and Approvals" no trabalho de Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |
| 12 | Execução do roteiro em ambientes de clonados | Prática estabelecida para executar as políticas estabelecidas nos passos anteriores, sendo similar a ponto chave "Operationalizing Open Source Policies". |
| 13 | Possibilidade de junção dos bancos de dados | Semelhantemente à anterior, é responsável por colocar em prática as possibilidades e definições apresentadas anteriormente, sendo, também, semelhante ao ponto chave "Operationalizing Open Source Policies" descrita por Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |

| # | Prática | Descrição |
|---|---|---|
| 14 | Amostra do ambiente funcionando | Prática responsável pela a análise de auditoria do ambiente proposto, verificando se seu funcionamento está adequado e se os dados foram preservados. Este passo é semelhante ao ponto chave "Auditing", apresentado no trabalho de Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |
| 15 | Relatórios | Prática apresentada, no intuito de gerar relatórios sobre os passos executados, bem como os resultados obtidos durante o processo, sendo esta prática semelhante ao ponto chave "Reporting" descrita por Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009). |

Tabela 1 – Pontos-chave de melhores práticas (adaptado de (Olson & Weins, 2009).

| # | Prática | Descrição |
|---|---|---|
| 1 | Adequação para processos e ferramentas | Importante para a identificação de dependências necessárias para a manutenção e adaptação do software (Hammond, 2009) |
| 2 | Repositório de versionamento do software | Criação de um repositório de versionamento do software para a instituição, criando planos para possíveis remediações (Hammond, 2009) |
| 3 | Estudo de indicadores | Medir o andamento dos processos migratórios tratado em (Villazón et al, 2017). |
| 4 | Homologação de dispositivos | Homologação de dispositivos de hardware (Villazón et al, 2017). |
| 5 | Formatos abertos e padronizados | Utilização de formatos abertos e padronizados evitando que o órgão se torne prisioneiro de um software controlado específico exclusivamente por uma empresa (Abramov, 2021). |

Tabela 2 – Pontos-chave adicionais considerados

Complementando a execução dos objetivos propostos, outras 05 (cinco) práticas foram utilizadas, relacionando-as com as melhores práticas expressas nos demais trabalhos, conforme tabela 2.

### 3.2. Estrutura Utilizada

Como método de auxiliar o projeto de atualização, foi desenhado um modelo de processo de acordo com o *Bussiness Process Managment Notation* (BPMN) (Figura 1), na qual expressa as ações exercidas por cada um dos atores presentes no processo, apresentando assim, uma visão igualitária e geral das melhores práticas aplicadas.

Para a execução do processo de atualização, foi criado um estudo de caso, no qual, inicialmente, necessitou de uma descrição detalhada do cenário inicial da estrutura. Após o levantamento, foi necessária a formulação e criação de cenários de testes, onde diversas formas de atualização foram testadas, a fim de construir um roteiro de atualização. O próximo passo foi aplicar as mudanças no cenário inicial, de modo a validar os testes executados. Por fim, foi apresentada as melhorias alcançadas no ambiente.

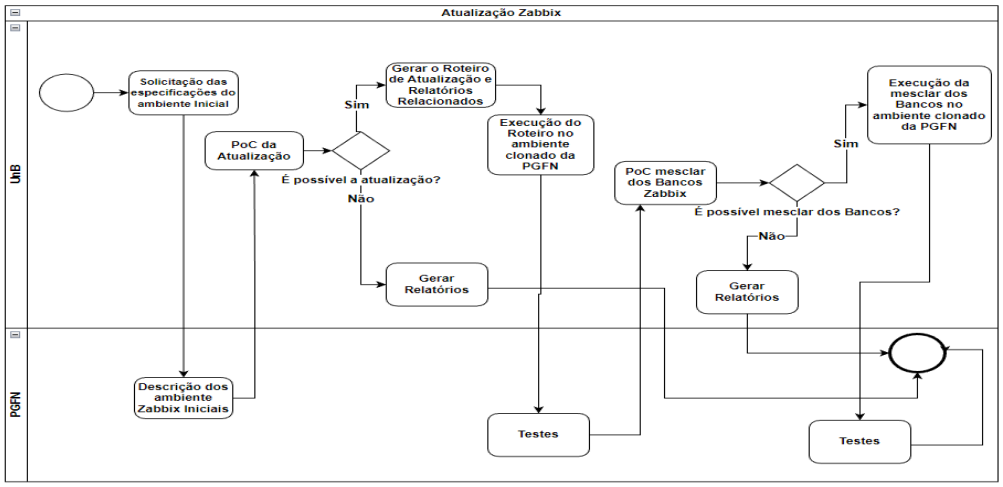



Figura 1 – Modelo de Processo Utilizado

# 4. Estudo de Caso e Resultados

## 4.1. Visão Geral

Como guia para o estudo de caso foram descritos 3 fluxogramas, que estão apresentados na Figura 2, mostrando os passos seguidos em diferentes cenários, os quais serão apresentados na sequência.

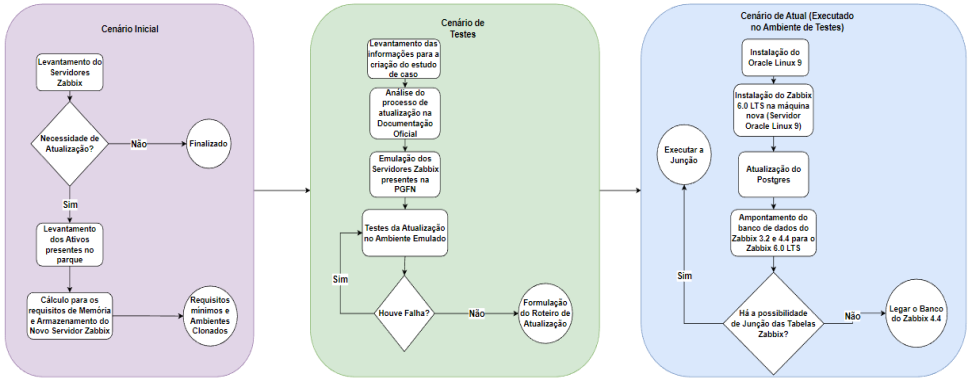



Figura 2 – Fluxos utilizados para estruturar e aplicar as melhores práticas definidas.

## 4.2. Cenário Inicial

Na primeira fase do estudo foi feito um levantamento para verificar a situação em que se encontravam os ativos de rede. Durante esta fase constatou-se que as boas práticas não

estavam sendo adotadas para o gerenciamento de ativos. Isto porque a ferramenta que realiza o gerenciamento, o Zabbix, se encontrava desatualizada (a versão mais recente durante o estudo era a 6.0; os servidores utilizados estavam com as versões 3.2 para o Servidor A e 4.4 para o Servidor B.

A consequência de não seguir as boas práticas referentes a atualização do software leva a problemas de segurança variados, gerando falta de entendimento e processos eficazes para solucionar problemas no gerenciamento de ativos. Visando eliminar tais problemas e constatado o interesse da própria organização neste estudo decidiu-se tornar a atualização dos servidores Zabbix uma prioridade. Após iterações técnicas com a equipe, decidiu-se criar um novo servidor Zabbix (Servidor C) em uma versão mais atualizada e migrar os dados dos servidores antigos para o novo. Para tanto, foi necessário realizar um estudo da documentação técnica do Zabbix a fim de definir os requisitos de hardware, software e os recursos necessários para o controle do banco de dados considerando o crescimento do espaço e sua administração por uma equipe especialista.

Após um estudo da rede foi possível verificar que eram monitorados cerca de 948 ativos de rede. O cálculo foi feito considerando que existiam 128 máquinas virtuais separadas em ambiente de desenvolvimento, homologação e teste. Além disto, a rede alcançava 110 localidades diferentes, sendo que nelas existiam ainda mais 120 máquinas físicas que continham 4 máquinas virtuais cada. Isso totaliza mais (4 máquinas virtuais + 1 máquina física) * 120 = 600 ativos a serem monitorados. Por último, levando em conta que em cada localidade existia um roteador e um switch na infraestrutura, obtém-se mais 110 * (1 roteador + 1 switch) = 220 ativos. Por fim, ao somar todos os ativos chega-se a um total de 128+600+220 = 948 ativos a serem monitorados, aproximadamente.

Após análise junto com a equipe ficou constatado que o servidor Zabbix (Servidor C) e servidor do banco de dados seriam instalados em máquinas distintas (Servidor Banco de Dados). Estudando a documentação e com base na quantidade de ativos de rede definiu-se um espaço de 30 GB de espaço em disco para instalação do servidor e de outros pacotes dependentes, aplicando uma margem de segurança de 30%. No que se refere aos requisitos mínimos para instalação do novo servidor de banco de dados estima-se dadas as descrições da infraestrutura da PGFN, com margem de erro adequada, que serão monitorados menos de 300 ativos críticos e 700 ativos não-críticos, assim os cálculos de previsão de requisitos foram feitos com base nos números citados.

| **Ativos Críticos** | **Ativos Não Críticos** |
|---|---|
| 1,0 dado*<br>300 ativos críticos*<br>60 minutos * 24 horas*<br>365 dias<br>=157680000 dados | 0,2 dados*<br>700 ativos não-críticos*<br>60 minutos * 24 horas<br>*365 dias<br>= 73584000 dados |
| 90 bytes*(157680000+73584000) = 19,3843 GB | |

Tabela 3 – Quantidade de espaço em disco estimado para o banco de dados durante 1 ano

Foi considerado que ativos críticos enviam 1 dado por minuto e os não críticos 1 dado a cada 5 minutos. Ainda, cada dado ocupa 90 bytes de espaço de armazenamento.

Estabeleceu-se um espaço necessário de 19,3843 GB, conforme cálculos na tabela 3. Por uma questão de segurança alocou-se 30 % a mais do estimado, o que levou a 25,19959 GB de armazenamento por ano. Em 5 anos será necessário 125,99795 GB. A fim de definir um valor inteiro para seguir as boas práticas indica-se uma alocação de 130 GB em um período de 5 anos. Para realizar os cálculos citados usou-se a documentação obtida em (Zabbix SIA Requeriments 5.4, 2023).

Em relação a quantidade de memória RAM e CPUs, a documentação recomenda entre 8 e 16 de RAM e algo entre 4 e 8 CPU cores para sistemas de monitoramento entre 1000 e 10000 ativos. Levando em conta a pretensão do sistema ser escalável, hospedando além do servidor Zabbix e versões SNMP para monitoramento, é indicado alocar para a máquina 12 GB de RAM e uma CPU de 8 cores.

### 4.3. Cenário de Testes

Para garantir que o processo de atualização fosse feito de maneira a preservar o conjunto de dados existentes da PGFN, foi feito um roteiro de atualização do Zabbix com base na documentação do software e em testes feitos em máquinas virtuais no simulador GNS3 e no VirtualBox. Os testes foram fundamentais, pois por melhor que seja a documentação a mesma apresenta lacunas e problemas ainda não solucionados. O roteiro montado pela equipe foi escrito de forma a detalhar todos os procedimentos para atualização do Zabbix 3.2 até a versão 6.0 em distribuições CentOS e adaptado para funcionar na distribuição Oracle Linux 9.

### 4.4. Cenário de Atual

Criou-se um ambiente clonado do Zabbix server (Clone do Servidor A, Clone do Servidor B e Clone do Servidor C) para testes de laboratórios para verificar a viabilidade da atualização dos ambientes replicados. Para isso, utilizou-se duas máquinas virtuais instaladas no Oracle VM VirtualBox (Clone do Servidor A e Clone do Servidor C) e que estavam na mesma rede, na qual a primeira máquina possuía o sistema operacional CentOS 7.9 e tinha o Zabbix 3.2 (Clone do Servidor A) instalado e operante junto do banco de dados PostgreSQL 9.6, enquanto a segunda máquina possuía um sistema operacional Oracle Linux 9, sem Zabbix instalado (Clone do Servidor C). Observou-se a documentação da versão estimada do Zabbix (6.0), averiguou-se que o banco de dados PostgreSQL deveria estar, no mínimo, na versão 13. Portanto, o primeiro passo foi realizar essa atualização do banco de dados versão 9.6 para a versão 13, onde foi executado um dump dos dados do postgres 9.6 e carregado no postgres 13. Em seguida, foi instalado o Zabbix 6.0 LTS na máquina Oracle Linux 9 (Clone do Servidor C), seguindo a documentação de instalação disponível em (Zabbix SIA Download 6.0, 2023). Durante a instalação, o banco de dados apontado foi o da outra máquina (Clone do Banco de Dados Inicial), CentOS 7.9, que já possuía dados obtidos pelo Zabbix 3.2 instalado nesta mesma máquina, a fim de utilizar estes dados prévios na nova versão e não perder o histórico. Quando este apontamento foi realizado, o Zabbix 6.0 atualizou o banco de dados, realizando adaptações como novas tabelas e novas colunas. O ambiente foi verificado e testado, concluindo assim, que não houve nenhuma perda de dados. No fim desta etapa, foi construído um roteiro com os comandos de atualização do Zabbix para a versão mais recente.

Durante os procedimentos de atualização e após leitura extensiva da documentação, foram executados testes para verificar a possibilidade de junção dos bancos de dados dos antigos Zabbix 4.4 (Servidor B) e Zabbix 3.2 (Servidor A). Para isso, foram definidos dois métodos distintos de tentativa. O primeiro deles foi utilizar o merge do psql para a junção dos bancos. Essa opção se tornou inviável, por três motivos: 1) as tabelas são baseadas em identificadores sequenciais que são diferentes entre as bases de dados e entre os objetos (item, template, host, etc.); 2) a grande quantidade de itens monitorados (mais de 800) dificulta um mapeamento manual através de um "de-para"; e 3) a documentação oficial do Zabbix não apresenta detalhes a respeito de seu modelo de dados (tabelas/colunas).

O segundo método foi apresentado utilizando a função nativa de Import e Export, presentes no Zabbix. Essa função pode ser utilizada para passar host e templates de um Zabbix para outro, mas os dados pregressos não puderam ser migrados. Após os testes de migração, verificou-se que a função de Import e Export funcionou em partes, tendo incompatibilidade em diversos templates e, consequentemente, em diversos host, tornando, assim, a migração incompleta.

Outro ponto importante foi a extensão de monitoramento por parte de alguns ativos via SNMPv3. Isso porque o mecanismo anterior não tinha a quantidade de informações necessárias para monitoramento adequado de cada host. Isto aumentou a segurança (autenticação e criptografia) e prevenção de falhas nos dispositivos.

## 4.5. Comparação com Trabalhos Anteriores

De forma a ratificar os critérios apresentados neste documento, foi criada a Tabela 4, com uma comparação qualitativa entre os trabalhos correlatos e este. Pode-se ver que os trabalhos de Hammond (Hammond, 2009) e Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009) abordam e definem as melhores práticas para o gerenciamento de ativos de redes em programas de código aberto, onde ambos apresentam soluções gerais para a criação dessas melhores práticas. Já o trabalho apresentado por (Aguiar, 2017) e (Abramov, 2021) são exemplos práticos da utilização dessas boas práticas no setor público. O Trabalho proposto, além de aplicar os métodos apresentados no Hammond (Hammond, 2009) e Greg Olson e Kim Weins (Olson & Weins, 2009), define outras melhores práticas, apresentando um exemplo prático na atualização do Zabbix (semelhante ao (Aguiar, 2017) e (Abramov, 2021)), junto a PGFN, utilizando-se de Modelos de processos e Fluxogramas personalizados.

| Critério | (Hammond, 2009) | (Olson & Weins, 2009) | (Aguiar, 2017) | (Villazón et al, 2017) | (Abramov, 2021) | Este trabalho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Definição de Melhores Práticas* | X | X | - | X | - | X |
| *Modelo de Processos e Fluxogramas* | - | - | X | X | X | X |
| *Generalização* | X | X | X | - | X | X |
| *Gerenciamento de Licenças* | - | - | - | - | - | - |

| Critério | (Hammond, 2009) | (Olson & Weins, 2009) | (Aguiar, 2017) | (Villazón et al, 2017) | (Abramov, 2021) | Este trabalho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Requisitos do Demandante* | - | - | X | X | X | X |
| *Impactos com a atualização* | - | X | - | X | - | X |
| *Estudo de Viabilidade e custos* | - | - | X | X | - | - |

Tabela 4 – Comparação entre os trabalhos correlatos e a proposta apresentada

## 4.6. Discussão sobre as Melhorias e Sua Importância

Nessa seção é apresentada as melhorias e importâncias propostas pelo trabalho, nas quais são referentes ao processo de atualização executado na ferramenta Zabbix.

**A. Melhoria na Otimização e Atualização do software:** A atualização constante do mesmo software irá proporcionar evolução nas funções de gerenciamento para usarem métodos e tecnologias mais eficientes. A primeira melhoria a ser destacada é a referente a própria atualização de versionamento do software, pois a versão corrente possui uma melhor otimização dos ativos, que segundo a documentação oficial (Zabbix SIA Novidades 6.0, 2023), é capaz de monitorar mais de 100 mil serviços em uma única instância do Zabbix. O cluster de alta disponibilidade é outra otimização disponível na nova versão, que possibilita evitar o *downtime* durante uma falha de hardware ou manutenção planejada com um Zabbix server de alta disponibilidade, além disso houve melhorias de desempenho, como o aprimorado ao vincular templates, o desempenho Zabbix proxy e uso de memória, aprimoramento do Zabbix server e o frontend do Zabbix e a redução da tabela de histórico, dentre outras funcionalidades aprimoradas.

**B. Melhoria na Prevenção de Vulnerabilidades:** É fundamental dentro de uma organização manter um processo de configuração de segurança nos ativos da rede e em seus softwares de acordo com CISControl versão 8 (Center for Internet Security, 2022). Isto para prevenir que configurações padrões de senha ou conexões de forma insegura aconteçam por descuido dos administradores. Dentre as melhorias nestes aspectos pode-se citar o uso de SNMPv3 para obter informações dos Switches da organização de forma segura. O fato de atualizar o Zabbix garante que uma série de novas melhorias para acompanhar informações essenciais para a segurança de uma organização. Somente ao atualizar os servidores Zabbix da versão 3.2 e 4.4 para 5.0 já se obteria melhorias como suporte de *blacklists* e *whitelists* para configurar métricas diretamente no agente, uso de conexões criptografadas para o PostgreSQL e MYSQL e utilização de SHA256 para realizar *hash* de senhas. De acordo com CISControl versão 8 a segurança da infraestrutura de rede é algo em constante mudança sendo necessário a reavaliação de configurações e diagramas, o que também foi feito com a atualização do Zabbix, pois ao atualizar ocorre o acréscimo de opções

de visualizações nos dashboards e acréscimos de novos itens como um item para monitorar nativamente certificados SSL/TLS o que também foi feito com migração para o Zabbix 6.0.

C. **Melhoria no Controle e Monitoramento dos Ativos:** Para manter os diagramas da infraestrutura de redes atualizado, como explica o CISControl versão 8, pode-se usar o Zabbix de modo a realizar um mapeamento da rede e proporcionar a prevenção de incidentes e mitigação de problemas, tanto na área de gestão e controle, quanto no monitoramento dos ativos presentes. Dentre as melhorias apresentadas pela nova versão da ferramenta, podemos citar os seguintes itens apresentados na documentação oficial (Zabbix SIA Novidades 6.0, 2023).

- **Controle**
  - A nova lógica de cálculo de SLA. Com a capacidade de atribuir pesos a cada serviço distinto e reagir somente quando uma determinada percentagem dos serviços dependentes estiver com problemas, além de novas regras de cálculo.
  - Maior poder ao business services, possibilitando a lista de causa raiz dos problemas em seus alertas.
  - Melhoria no registro de auditoria, sendo possível a criação, modificação ou exclusão de novos objetos, bem como a descoberta de novas entidades via LLD.
- **Monitoramento de Ativos**
  - O novo módulo de Machine Learning permite detectar anomalias nos ativos de forma dinâmica, utilizando-se de algoritmo de detecção de anomalias, periodicidade e período de detecção.
  - O acréscimo de monitoramento de Kubernetes é uma das novidades da nova versão, possibilitando assim, monitoramento de nós e pods de Kubernetes, a coleta de informações sobre os pods e nós dos Kubernetes sem o agente e o recebimento de informação de nível SO dos nós dos hosts dos Kubernetes.

D. ***Agregação no processo de gerência da instituição*:** Além das melhorias apresentadas pela atualização do Zabbix, foram possibilitadas melhorias gerenciais encontradas durante o processo executado. Uma das melhorias está no auxílio de documentação e registros de atualizações, no qual foi apresentado diversas fundamentações teóricas, baseadas na documentação, na qual auxilia na utilização e configuração do Zabbix. Outra melhoria apresentada foi a indicação para concepção de um plano de atualizações, independente da tecnologia utilizada, criando assim, um plano de gestão de atualizações futuras.

## 5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Durante a análise do ambiente de infraestrutura da PGFN foi notado a falta de um processo de manutenção de softwares de código aberto. Tal carência resultava em risco aos ativos da organização e podendo causar mal funcionamento de seus serviços. Dessa forma, este trabalho buscou descrever um caminho virtuoso aplicado para manutenção de processos e softwares dentro da organização. Aplicou-se 15 práticas no processo de atualização do software Zabbix com o objetivo de melhoria do gerenciamento do

ambiente. Os resultados explicitam as boas práticas a serem adotadas ao se lidar com software de código aberto, incentivando as organizações a terem processos definidos para manutenção dos mesmos. Pôde-se observar que a utilização das melhores práticas proporcionou ganhos na otimização e atualização do Zabbix, gerando assim, maior controle no monitoramento de ativos, o que impacta diretamente questões de segurança trazendo ganhos referentes à prevenção de vulnerabilidades, descritas na seção anterior.

Como trabalhos futuros, é intenção da pesquisa aplicar os procedimentos realizados neste trabalho em outras ferramentas de código aberto presentes no órgão, além de auxiliar na elaboração de um plano robusto de gerenciamento de atualização de ferramentas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio técnico e computacional do Laboratório de Tecnologias para Tomada de Decisão - LATITUDE, da Universidade de Brasília, que conta com apoio do CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa (Outorgas 312180/2019-5 PQ-2 e 465741/2014-2 INCT em Cibersegurança), da Advocacia Geral da União (Outorga AGU 697.935/2019), da Procuradoria Geral da Fazenda Nacional (Outorga PGFN 23106.148934/2019-67), da Polícia Federal (Outorga PF 03/2020), do Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, na área de concentração: Segurança Cibernética – 1ª Turma para Profissionais do Setor de Inteligência (Outorga ABIN 01/2019) ao Decanatos de Pesquisa e Inovação e de Pós-Graduação da Universidade de Brasília (Outorga 7129 FUB/EMENDA/DPI/COPEI/AMORIS) e do Projeto SISTER City –Sistemas Inteligentes Seguros e em Tempo Efetivo Real para Cidades Inteligentes (Outorga 625/2022).

## Referências

Center for Internet Security, Inc. (2022). CIS Critical Security Controls Versão 8. https://www.cisecurity.org/controls/v8

Abramov, A.G. (2021). Issues of Modernization of the Monitoring and Control System of the National Research Computer Network of Russia with an Emphasis on Free Software Solutions. Lobachevskii J Math 42, 2469–2480 (2021).

Aguiar, I.F. (2017). Proposta de utilização da ferramenta Zabbix no gerenciamento de redes: um estudo de caso no ambiente da FAB segundo boas práticas de governança de TI. Orientadora: Moacyr Henrique Cruz de Azevedo. TCC (Graduação) – Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/3300.

Germain, J. M (2021). The Rise of Open Source: Pandemic, Economy, Efficiency, Trust. LinuxInsider. https://www.linuxinsider.com/story/the-rise-of-open-source-pandemic-economy-efficiency-trust-87057.html

Hammond, J. S. (2009). Best Practices: Improve Development Effectiveness Through Strategic Adoption Of Open Source. Forrester Research Inc., Cambridge, MA.

Hughes, O. (2022). Open source is more important than ever, say developers. Here's what's driving adoption. Zdnet. https://www.zdnet.com/article/open-source-is-more-important-than-ever-say-developers-heres-why/

Olson, G., & Weins K. (2009). Ten key elements of open source governance in the enterprise. SlideShare. https://www.slideshare.net/RogueWaveSoftware/openlogic-ten-elements-of-open-source-governance

Pelkonen, L. (2022). Implementing a Mendix low-code application using best practices. [Bachelor's Thesis, Business Information Technology]. Theseus Repository. https://www.theseus.fi/handle/10024/785999

Ruffin, C., & Ebert, C. (2004). Using open source software in product development: a primer. IEEE Software, 21(1), pp. 82–86.

Villazón, Y. P., et al. (2017). Buenas prácticas para la migración a software libre y código abierto. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 10(4), p. 1-1.

Zabbix SIA Download 6.0. (2023). Download and install Zabbix. Zabbix. https://www.zabbix.com/download?Zabbix=6.0&os_distribution=oracle_linux&os_version=9&components=server_frontend_agent&db=pgsql&ws=apache

Zabbix SIA Novidades 6.0. (2023). Novidades sobre o Zabbix 6.0 LTS. Zabbix. https://www.zabbix.com/br/whats_new_6_0#ha_cluster

Zabbix SIA Requerements 5.4. (2023). Documentation: Pré-requisitos. Zabbix. https://www.zabbix.com/documentation/5.4/pt/manual/installation/requirements?hl=Requirement

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

Recebido/Submission: 10/06/2023
Aceitação/Acceptance: 30/08/2023

# Tendencias investigativas en dinámicas de ciberseguridad en mujeres

Jackeline Valencia[1], Yesenia Correa[2], Vanessa García[3], Luis Fernando Garcés-Giraldo[4], Lucia Palacios-Moya[5], Luisa Rodríguez-Zavala[6], Orfa Patiño-Toro[7]

**javalenca.a@gmail.com; yesenia.acevedo.correa@gmail.com; vgarcia@americana.edu.co; lgarces@americana.edu.co; luciapalacios0024@correo.itm.edu.co; luisa.rodriguez@urp.edu.pe; orfapatino@itm.edu.co**

[1] Universidad Ricardo Palma, Av. Benavides 5440, 1801, Lima, Perú

[2] Universidad Ricardo Palma, Av. Benavides 5440, 1801, Lima, Perú

[3] Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 #52-36, 050012, Medellín, Colombia

[4] Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 #52-36, 050012, Medellín, Colombia

[5] Instituto Tecnológico Metropolitano, Cl. 54a #30-01, 050013, Medellín, Colombia

[6] Universidad Ricardo Palma, Av. Benavides 5440, 1801, Lima, Perú

[7] Instituto Tecnológico Metropolitano, Cl. 54a #30-01, 050013, Medellín, Colombia

**Pages: 347-361**

**Resumen:** En años recientes, el sector económico y productivo ha manifestado su preocupación por la cantidad de delitos informáticos cometidos en poco tiempo. Por ello el sector educativo ha realizado esfuerzos por formar profesionales expertos en diferentes áreas de la informática y la ciberseguridad que puedan responder a la demanda de la industria. Es por lo anterior, que el objetivo de esta investigación fue examinar las tendencias investigativas en dinámicas de ciberseguridad en mujeres a partir de un análisis bibliométrico. Entre los principales resultados se encontró que Estados Unidos surge como el principal referente en el tema y que uno de los factores que se han abordado recientemente es la victimización de las mujeres en la red. Se encontró que el rol de la mujer en ciberseguridad ha sido analizado no solo desde su papel como profesional en el área sino como se ve afectada su seguridad como usuaria.

**Palabras-clave:** ciberseguridad; mujeres; stem; informática; tecnología.

## *Investigative trends in cybersecurity dynamics in women*

***Abstract:*** In recent years, the economic and productive sector has expressed concern about the number of computer crimes committed in a short time. For this reason, the educational sector has made efforts to train expert professionals in different areas of computing and cybersecurity who can respond to the demand of the industry. For this reason, the objective of this research was to examine the research trends in cybersecurity dynamics in women based on a bibliometric

analysis. Among the main results, it was found that the United States emerges as the main reference on the subject and that one of the factors that have been recently addressed is the victimization of women in the network. It was found that the role of women in cybersecurity has been analyzed not only from their role as professionals in the area, but also from how their security as a user is affected.

***Keywords**:* cybersecurity; women; technology; stem; computing.

## 1. Introducción

En los últimos años ha llamado la atención el creciente interés por aumentar la participación de las mujeres en el desarrollo de actividades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Si bien la brecha de género en actividades del conocimiento que tradicionalmente estaban asociadas a hombres ha existido desde hace muchos años, es en los últimos años dónde se ha dado importancia a reducir esta brecha. Esto debido también a los informes recientes que se han dado sobre la participación de la mujer en actividades de investigación en América Latina, dónde aproximadamente 30% mujeres, para el Caribe esta cifra corresponde al 40% y para Colombia la cifra es cercana al 38,1% (Foro Económico Mundial, 2020). Las cifras anteriores se ven reflejadas también en el ámbito de la ciberseguridad dónde suele existir una subrepresentación femenina en este campo del conocimiento (Billionniere et al., 2022). Joseph et al., (2022) afirmaron que existe un desinterés generalizado por parte de las generaciones millennials y la generación Z por estudiar ciberseguridad y carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), además indican que aproximadamente un 90 % de blancos y asiáticos y un 75 % de hombres son quienes tienen mayor participación en estas áreas del conocimiento.

De esta manera, la ciberseguridad se ha marcado como un aspecto de suma importancia debido a los sofisticados ciberataques que ocurren, esto considerando que es además una industria vital para proteger y asegurar tanto al consumidor como al propietario (Al-Alawi et al., 2023). Es por lo anterior, por lo que las instituciones han aunado esfuerzos en incrementar la oferta de programas académicos enfocados en seguridad cibernética o ciberseguridad (Yousuf et al., 2021). A pesar de este esfuerzo por aumentar la oferta de profesionales en el área, aún son limitadas las opciones de las personas pertenecientes a la minoría por acceder a este tipo de programas, lo cual ha sido una preocupación de los diferentes gobiernos, la industria y la academia, debido a la infrarrepresentación de mujeres y minorías en el campo de la informática (Burrell & Nobles, 2018). Los investigadores indican que las ciencias de la computación experimentarán un gran crecimiento dentro del ámbito de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) (Burrell & Nobles, 2018).

Debido a esto, recientemente se han desarrollado investigaciones con el objetivo de conocer los factores que afectan la participación de las mujeres en este campo, incluyendo desafíos y limitaciones (Al-Alawi et al., 2023). Entre algunos de los hallazgos, se ha encontrado que para las mujeres la autoeficacia percibida sobre sus capacidades, la familia, la cultura organizacional, los mentores y el modelo a seguir actúan como antecedentes de la motivación de las mujeres en el momento de seleccionar la ciberseguridad como una opción de carrera (Withanaarachchi & Vithana, 2022). Teniendo en cuenta lo anterior, este artículo tiene como objetivo examinar las tendencias investigativas en dinámicas

de ciberseguridad en mujeres. Con el fin de abordar el alcance al objetivo planteado se propone dar respuesta a las siguientes preguntas:

P1. ¿Cuáles son los años de mayor productividad científica en el campo de las dinámicas de ciberseguridad en mujeres?

P2. ¿Cómo ha evolucionado la literatura científica sobre las dinámicas de ciberseguridad en mujeres?

P3. ¿Cuáles son los principales referentes investigativos en la literatura científica sobre las dinámicas de ciberseguridad en mujeres?

P4. ¿Cuál es la evolución temática en la literatura científica sobre las dinámicas de ciberseguridad en mujeres?

P5. ¿Cuáles son los principales conceptos crecientes y emergentes en las dinámicas de ciberseguridad en mujeres?

El documento presenta el siguiente esquema; en primer lugar, se explica la metodología empleada. Después, se exponen los hallazgos más importantes en términos de cantidad y calidad de las investigaciones realizadas sobre el tema. A continuación, se desarrolla una discusión sobre la agenda investigativa. Por último, se presentan las conclusiones más destacadas.

## 2. Metodología

Una vez se define el propósito de la investigación, se propone un análisis bibliométrico como metodología exploratoria; entre las muchas estadísticas de la ciencia, denominadas cienciometría, la bibliometría ocupa un lugar privilegiado, este, es uno de los pocos subcampos que se ocupan de medir el lado de la producción de la ciencia (Godin, 2006), la bibliometría es un conjunto de métodos matemáticos y estadísticos utilizados para analizar y medir la cantidad y calidad de libros, artículos y formas de publicación (Effendy et al. 2021). Precisamente, de forma complementaria, se lleva a cabo a partir de los criterios definidos por la declaración internacional PRISMA 2020 para revisiones de literatura, detallados en Page et al. (2021), donde se recomienda notificar los elementos como criterios de inclusión y exclusión, fuentes para la extracción de la información, estrategia para realizar la búsqueda y herramientas para el tratamiento de datos.

### 2.1. Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión aluden a los elementos que deben estar inmersos en los artículos científicos para ser analizados en la presente revisión bibliométrica. De este modo, y de forma específica, se tienen como criterios de inclusión las palabras clave "ciberseguridad" y "mujeres", como los dos conceptos que dan cuenta de la temática abordada. Estos dos términos se incluyen tanto en el título, como en las palabras clave de cada uno de los artículos, para ser integrados en el análisis bibliométrico.

Seguidamente, según la declaración PRISMA 2020, los criterios de exclusión dan cuenta de un proceso complejo de tres fases consecutivas, siendo la primera, denominada cribado, por medio de la cual se eliminan los textos que, analizando de forma individual los metadatos, se determina que no dan cuenta del enfoque temático del presente

estudio. Posteriormente, se tiene la fase de exclusión de artículos de los que no se posee texto completo; no obstante, este elemento no aplica para análisis bibliométricos, ya que está pensado específicamente para los procesos de revisión sistemática de literatura, donde se indaga en los elementos específicos de cada uno de los artículos, mientras que el análisis bibliométrico analiza metadatos. Finalmente, se tiene la fase de elegibilidad, donde se excluyen todos los artículos con indexación errónea o incompleta, dado que limita el análisis bibliométrico, así como todos los textos considerados como poco relevantes a partir de su rigurosidad metodológica.

### 2.2. Fuente de información

Una vez se detallados los criterios de elegibilidad, es necesario mencionar las fuentes de información, que para la declaración PRISMA 2020, deben ser bases de datos de información bibliográfica. En ese sentido, para el presente análisis bibliométrico se escogen las bases de datos Web of Science y Scopus, la mayoría de los análisis bibliométricos tienen en común estas dos fuentes de datos: Web of Science (WoS) de Thomson Reuters y Scopus de Elsevier (Mongeon y Paul, 2016).

### 2.3. Estrategia de búsqueda

Así mismo, la declaración PRISMA 2020 solicita el detalle del proceso de búsqueda de artículos en las fuentes de información previamente mencionadas, denominado estrategia de búsqueda. En este sentido, se tiene que para cada base de datos se diseñó una ecuación especializada de búsqueda, siguiendo la misma estructura para ambas, pero dando cuenta de la tipología de búsqueda específica, así como de los criterios de inclusión que previamente se especificaron. Por tanto, se tienen las siguientes ecuaciones especializadas:

Para la base de datos Scopus: ( ( TITLE ( cybersecurity OR “Cyber security” OR “Cyber-security” OR cybercrime OR “cyber crime” OR “Cyber-crime” OR “Cyberattack” OR “Cyber attack” OR “Cyber-attack” ) OR AUTHKEY ( cybersecurity OR “Cyber security” OR “Cyber-security” OR cybercrime OR “cyber crime” OR “Cyber-crime” OR “Cyberattack” OR “Cyber attack” OR “Cyber-attack” ) ) AND ( TITLE ( wom?n OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) OR AUTHKEY ( wom?n OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) OR ABS ( wom?n OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) ) )

Para la base de datos Web of Science: ( ( TI=( cybersecurity OR “Cyber security” OR “Cyber-security” OR cybercrime OR “cyber crime” OR “Cyber-crime” OR “Cyberattack” OR “Cyber attack” OR “Cyber-attack” ) OR AK=( cybersecurity OR “Cyber security” OR “Cyber-security” OR cybercrime OR “cyber crime” OR “Cyber-crime” OR “Cyberattack” OR “Cyber attack” OR “Cyber-attack” ) ) AND ( TI=( wom?n OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) OR AK=( wom?n OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) OR AB=( wom?n OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) ) )

### 2.4. Gestión de datos

La materialización del proceso de búsqueda arrojó un total de 238 artículos relacionados con la ciberseguridad y las mujeres, de los cuales 176 reposan en la base de datos Scopus y los 62 restantes se albergan en Web of Science. Estos artículos fueron tratados mediante

las herramientas de Microsoft Excel®, por medio de esta herramienta, se almacenaron los datos, se eliminaron los registros repetidos, y se excluyeron todos los artículos, según criterios mencionados al inicio del diseño metodológico. Tambien se utilizó el Software VOSviewer, que es un programa informático gratuito para visualizar y explorar mapas de conocimiento bibliométrico, este es un software para construir y visualizar redes bibliométricas, las cuales pueden incluir, por ejemplo, revistas individuales, investigadores o publicaciones, y pueden basarse en citas, fusiones bibliográficas, cocitaciones o enlaces de coautoría, esta herramienta también ofrece la funcionalidad de minería de texto que se puede utilizar para construir y visualizar redes de co-ocurrencia de términos clave tomados de la literatura científica (Effendy et al. 2021)

## 2.5. Proceso de selección

Finalmente, la declaración PRISMA 2020 sugiere la representación gráfica del diseño metodológico a partir de un diagrama de flujo que da cuenta de cada uno de los pasos definidos, como se observa en la Figura 1. De esta manera, se permite observa una fase de identificación de artículos, a partir de la búsqueda en cada base de datos según las ecuaciones especificadas, así como la eliminación de artículos repetidos. Luego se tienen las fases de exclusión y, finalmente, la cantidad final de 106 artículos que serán sometidos al análisis de metadatos. Esta estrategia se realiza por cada uno de los autores del artículo de forma independiente y las diferencias son tratadas colectivamente.

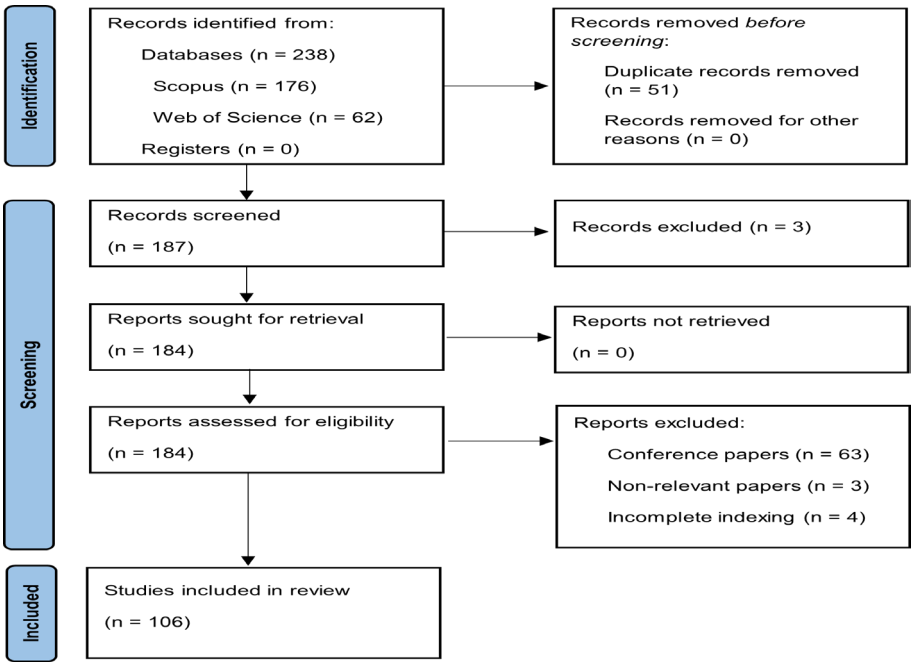



Figura 1 – Diagrama de flujo PRISMA

## 3. Resultados

En este estudio, se plantean una serie de preguntas que buscan identificar los factores que influyen en la cantidad y calidad de la producción académica en torno a las dinámicas de ciberseguridad de las mujeres. El objetivo es abordar los principales temas de investigación actuales y las posibles líneas futuras a seguir. Se busca entender cómo ha evolucionado esta área de investigación en términos de años de productividad, referentes principales y términos clave utilizados en su estudio. En la figura 2, se observa la dinámica de producción académica desde el año 2010, dónde las primeras investigaciones, se enfocaban en examinar las habilidades que las mujeres necesitaban para tener éxito en la industria de la ciberseguridad, así como la naturaleza de las barreras y desafíos que enfrentaban en todos los puntos de sus carreras (Bagchi-Sen et al., 2010). En años posteriores no se realizaron más publicaciones en el tema hasta el período comprendido entre los años 2012 y 2014 aproximadamente, dónde se publicaron hasta 5 artículos por año. Pero, si bien se realizaron aportes en publicaciones también entre 206 y 2018, fue en 2019 dónde se realizó una cantidad significativa de publicaciones en el campo de mujeres y ciberseguridad, contando para este año con aproximadamente 16 publicaciones. Entre las publicaciones más significativas para este año, se encontró una investigación en la cual se indagó sobre ciberdelincuencia, estudiando la perpetración de abuso sexual basado en imágenes en Australia, encontrando que los principales denunciantes de este tipo de situaciones eran hombres y que los abusos cometidos fueron dirigidos a hombres y mujeres por partes iguales (Powell et al., 2019).

Otra de las publicaciones más significativas por la cantidad de citaciones con las que cuenta, se enfoca en conocer el nivel de conciencia y conocimiento de seguridad en la red que tiene la población sudafricana, encontrando que un porcentaje muy pequeño de sudafricanos, principalmente aquellos que toman cursos de computación en la universidad, son conscientes de los riesgos de seguridad cibernética y saben cómo tomar precauciones, sin embargo, este grupo se caracteriza por una población en su mayoría masculina, haciendo a la población femenina mucho más vulnerable a los ciberataques (Venter et al., 2019).

Luego, se encuentra el año 2021 con aproximadamente 18 publicaciones en el tema, dónde uno de los trabajos publicados indica que el uso de gamificación podría aumentar el interés de las mujeres en este campo del conocimiento (Jawad & Tout, 2021). Para el año 2022 se publicaron aproximadamente 25 investigaciones en el campo de la ciberseguridad en mujeres. Uno de los documentos más relevantes puesto que cuenta con la mayor cantidad de citaciones aborda los predictores de personalidad, actitudinales y demográficos de la difusión no consentida de imágenes íntimas, encontrando que, respecto a la perpetración de delitos cibernéticos por medio de la difusión de imágenes, las mujeres y los miembros de la comunidad LGBQ+, fueron los que obtuvieron una puntuación más alta en sadismo (Karasavva & Forth, 2022).

Para el año 2023, si bien aún se encuentra en curso, se puede observar que ya se han realizado algunas publicaciones en el tema, aproximadamente 10, lo cual indica una posible tendencia de crecimiento. Entre algunas de las publicaciones que tienen mayor relevancia por la citación se encuentra una investigación realizada en empresas estadunidenses, dónde los autores analizan el impacto de la confianza digital en el valor

y la gobernanza de las empresas, uno de los factores relacionados con la gobernanza está relacionado con el porcentaje de mujeres en el equipo directivo (Kluiters et al., 2023).

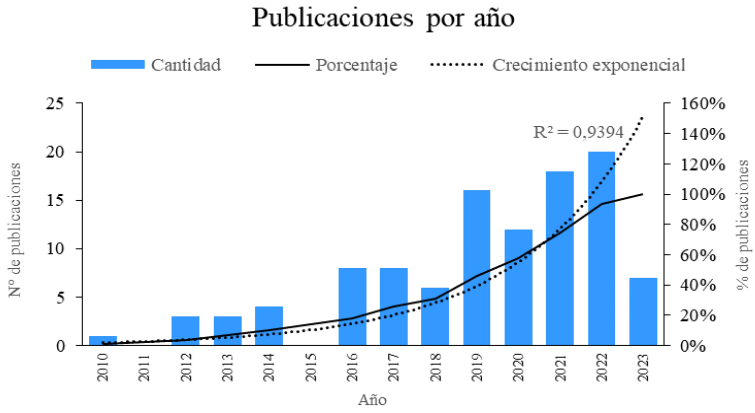



Figura 2 – Publicaciones por año.

Con relación al impacto y productividad de los autores, en la figura 3 se pueden observar los autores referentes en el tema. Uno de los autores que puede ser considerado como máximo referente es Flyn A. y sus coautores, quiénes cuenta con la mayor cantidad de citaciones en los trabajos realizados. Uno de los trabajos que ha tenido mayor relevancia fue el anteriormente mencionado que aborda el abuso sexual basado en imágenes, con 75 citaciones en Scopus y 56 en Web Of Science (WOS) (Powell et al., 2019).

Luego, se encuentra Navarro J.N. entre los autores más citados, con una publicación que cuenta con 47 citaciones en Scopus y 5 citaciones en WOS, este trabajo aborda los factores de riesgo para predecir las experiencias de ciberacoso en niñas y diferencias entre los comportamientos de niños y niñas identificando actividades rutinarias que permitan explicar el riesgo de acoso cibernético en la infancia (Navarro & Jasinski, 2013). Choi K.S. y Lee J.R. por su parte cuentan en una de sus publicaciones con 42 citas en Scopus y 18 en WOS y examina los tipos de violencia cibernética interpersonal, encontrando que las mujeres tienen más probabilidades de ser victimizadas (Choi & Lee, 2017). De otra manera, Whitty M.T., cuenta con una publicación que tiene 52 citaciones en Scopus y 7 en WOS, dónde examina las características psicológicas de las víctimas de estafas románticas en línea, encontrando que usualmente son mujeres de mediana edad con formación académica (Whitty, 2018).

Luego, se encuentran autores como Henry N. y Jasinski J.L., quienes, si bien no cuentan con muchas publicaciones en el tema, sus publicaciones si cuentan con varias citaciones. Ambos autores han colaborado con algunos de los más citados, Henry por su parte la publicación más citada corresponde al trabajo realizado con Flyn y que aborda los predictores del abuso sexual en Australia (Powell et al., 2019). Jasinski J.L. realizó un trabajo con Navarro dónde se examinan los factores que pueden ser predictores del cyberbullying en niñas (Navarro & Jasinski, 2013).

Por último, se encuentran los autores que, si bien han sido más productivos, sus publicaciones no cuentan muchas citaciones. Entre estos se encuentran, Holt T.J., Memon N., Rao H.R., Reyns B.W., Clevenger S., Van Valkenburgh S.P. Una de las publicaciones más citadas corresponde a la investigación de Holt T.J. con otros autores, dónde se evalúan los factores de riesgo de la victimización por acoso cibernético y por teléfono móvil en una muestra representativa a nivel nacional de jóvenes de Singapur encontrando que para las mujeres y las víctimas de acoso físico se encuentran más probabilidades de experimentar victimización por acoso cibernético y basado en teléfonos móviles (Holt et al., 2016).

Luego, se encuentra la publicación de Memon N. con otros autores, dónde identifican los perfiles de los participantes en una competencia de ciberseguridad, enfocados en factores como; la autoeficacia, la toma de decisiones y los intereses con el fin de predecir la efectiva de las competencias como herramienta de reclutamiento (Bashir et al., 2017). Por otra parte, Reyns y Rao cuentan con 2 publicaciones ambos con 22 citaciones en Scopus. El primero, analiza el ciberacoso perpetrado por estudiantes universitarios encontrando que las mujeres con bajo autocontrol tenían un mayor riesgo de perpetrar acoso cibernético (Reyns, 2019). El segundo realiza un estudio de avance profesional de las mujeres en ciberseguridad (Bagchi-Sen et al., 2010).

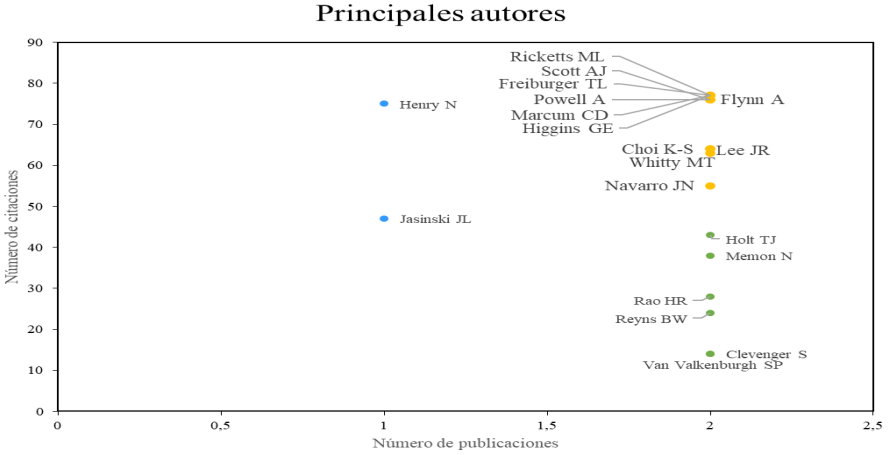



Figura 3 – Principales autores.

Con relación a la publicación por países, en la figura 4 se puede observar los países con la mayor cantidad de publicaciones y citaciones. Estados Unidos, se encuentra como el principal referente en el tema. Una de las publicaciones más citadas corresponde a la de (Powell et al., 2019), seguido se encuentra una investigación que aborda el aprendizaje sobre ciberseguridad basada en gamificación para estudiantes de secundaria, encontrando que el interés en el tema de ciberseguridad a partir de la gamificación fue más efectivo en estudiantes hombres que mujeres (Jin et al., 2018).

Entre las publicaciones más relevantes en Estados Unidos se encuentran también las investigaciones anteriormente nombradas desarrolladas por Whitty, (2018), Navarro y Jasinski, (2013), Choi y Lee, (2017). También las publicaciones realizadas en Australia resaltan como algunas de las más citadas. Una de las publicaciones con mayor cantidad de citaciones se enfoca en la exploración de la relación entre la multitarea de los medios y las fallas cognitivas cotidianas en los comportamientos de ciberseguridad riesgosos autoinformados (Hadlington & Murphy, 2018). Los demás países como Canadá, Malasia, India, Reino Unido y Arabia Saudita, si bien no cuentan con gran cantidad de citaciones si cuentan con varias publicaciones en el campo del conocimiento de la ciberseguridad y mujeres.

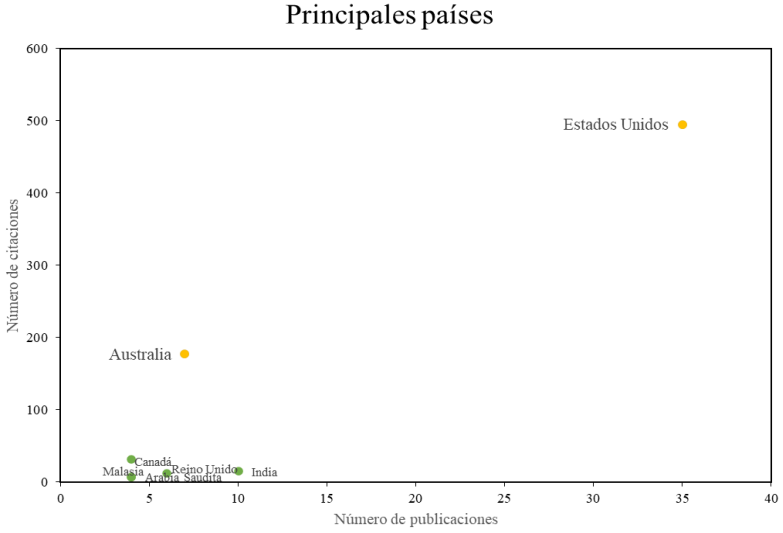



Figura 4 – Principales países.

## 4. Discusión

Dentro de los documentos seleccionados para este análisis bibliométrico, se destacan algunas temáticas que dan cuenta de la evolución a través del tiempo de las mujeres en roles relacionados a la ciberseguridad. Es así como la figura 5, representa las palabras clave más frecuentes en el período de análisis de acuerdo con las bases de datos consultadas. De esta manera, se identifica que desde el año 2010, women professionals aparece en la literatura a partir del interés que se tiene de que las mujeres realicen estudios profesionales en ciberseguridad, para ello estudios se enfocaron en identificar barreras de acceso en este campo, determinando habilidades necesarias para su representación en este tipo de escenarios (Bagchi-Sen et al., 2010). En esa misma línea aparecen under graduates y Stem como términos relevantes para promover la formación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en jóvenes mujeres para proyectar la importancia de su intervención en estos sectores, por lo que el reconocimiento de

modelos y mentoras femeninas es primordial (Kelly, 2013). Por otra parte, también se habla de la victimization de mujeres, quienes sufren ataques cibernéticos en la web, pues ciberdelincuentes intentan difamarlas y acosarlas al adquirir contenidos íntimos (Saha & Srivastava, 2014).

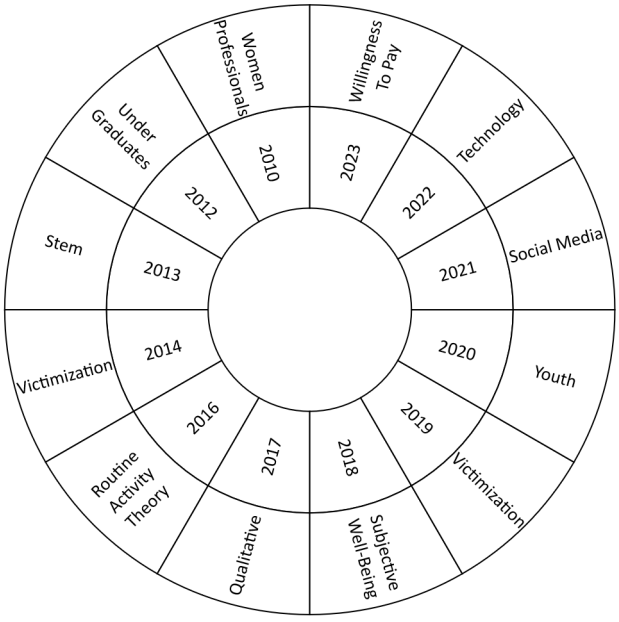



Figura 5 – Evolución temática.

Otros estudios relacionados a Routine Actividy Theory, buscaban examinar las relaciones entre comportamientos en escenarios virtuales, los objetivos de estos y la victimización por acoso sexual cibernético (Holt, Fitzgerald et al., 2016) en lo que se determina que las mujeres son más propensas a sufrir este tipo de abusos debido al hecho de ser mujeres -género- y, por ende, debido a su sexualización en redes sociales (Holt, Bossler et al., 2016).

Los temas de victimization y youth, son recurrentes durante los últimos años de 2019 y 2020, pues gracias al acceso a internet y a tecnologías digitales, es más probable que adolescentes sufran ciberacoso indicando, nuevamente, que las mujeres jóvenes tienen más riesgo de ser víctimas de estos ataques (Choi et al., 2019; Chen & Shen, 2020). Finalmente, dentro de los tópicos más actuales se encuentran Social media, Technology y Willingness to pay; sobre el primero de estos, se encontró que a pesar de que las personas tengan habilidades en tecnologías de la información, muchos no cuentan con conocimientos básicos en seguridad para defenderse de ataques de suplantación o los riesgos de utilizar redes Wi-Fi públicas, siendo las mujeres las más propensas a sufrir esos vejámenes (Datt & Tewari, 2021; Maon et al., 2021); alrededor del tema tecnológico, se encontró que hay un interés por desarrollar tecnologías orientadas a las mujeres para

permitirles control sobre sus cuerpos y vidas, para superar retos en diferentes escenarios como en educación, salud e investigación mediados por TIC, lo cual es también un desafío debido procesos de seguridad para la privacidad y protección de datos compartidos masivamente (Mehrnezhad et al., 2022); finalmente, el término referido a la capacidad de pago es alusivo a crímenes de ciberseguridad relacionados a la extorsión financiera, entre lo que se observó que las mujeres más jóvenes son más propensas a pagar dinero para recuperar material íntimo robado por hackers (Cartwright et al., 2023).

Sobre la vigencia y la frecuencia de las palabras clave arrojadas en el procesamiento de los datos analizados, en la figura 6 se representan cómo se ubican los principales conceptos crecientes y emergentes en la literatura científica vinculada al rol de las mujeres en ciberdefensa. Para este caso, se concentra este análisis en los cuadrantes 1 y 2. El cuadrante 1, refiere términos más frecuentes y vigentes en proceso de consolidación, en este caso se encuentra awareness para indicar que hay que generar sensibilización para un bienestar cibernético más acorde al empoderamiento y protección de las mujeres en escenarios virtuales, ya que a menudo son víctimas de este tipo de ataques, por lo que los estudios invitan a la creación de programas educativos para el empoderamiento de mujeres en seguridad cibernética (Mohd Yusof et al., 2022); por otra parte, sobre el eje 'Y' y entre ambos cuadrantes, el término gender gap sigue siendo un tema para seguir explorándose en miras de proponer estrategias para disminuir esas brechas, que anclan a las mujeres en dinámicas excluyentes. Estas dinámicas podrían verse vinculadas a los términos que se encuentran en el cuadrante 2, donde aparecen coercitive control, domestic violence, cybersecurity disclosure, cyberstalking, entre otras similares, estos dan cuenta de experiencias recogidas en diferentes investigaciones en las que el control coercitivo facilitado por la tecnología en mujeres y sus hijos por parte de sus parejas sentimentales, lo cual las expone a situaciones de violencia doméstica por diversas causas asociadas a celos o separación (Dragiewicz et al., 2022).

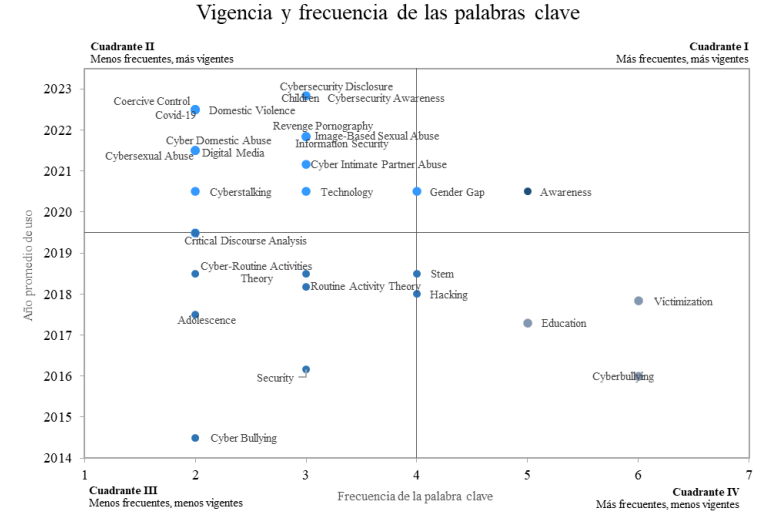



Figura 6 – Vigencia y frecuencia de las palabras clave.

## 5. Conclusiones

El rol de la mujer en el ámbito de la informática ha sido discutido en las investigaciones desde la posición de la mujer como usuaria y como profesional en el área. Si bien, las publicaciones en el área de conocimiento se han realizado desde el 2010, es a partir de 2012 dónde se dan de manera constante con algunos años vacíos en la temática. Pero, es desde 2014 dónde toma mayor fuerza y se empieza a abordar discusión en la temática analizando tanto los factores que hacen vulnerable a la mujer como usuaria y en su capacidad de tener en cuenta aspectos de la ciberseguridad, como en su rol como profesional en el ámbito de la informática. Sin embargo, aproximadamente en 2021, se da un crecimiento exponencial en el área, posiblemente asociado a la importancia que toma el papel de la mujer como mano de obra en las áreas STEM y la necesidad del sector productivo por contar con mayor cantidad de profesionales en el campo de la ciberseguridad. Un aspecto para resaltar es que Estados Unidos es el país con la mayor cantidad de publicaciones en el tema, esto no sería un tema de discusión dado que es un país con una fuerte industria tecnológica. Sin embargo, resulta inquietante que China no se encuentre también en los países con mayor productividad en este campo del conocimiento dado que también es uno de los países que cuentan con empresas representativas en este sector. De esta manera, los autores más representativos en el campo son también de instituciones estadounidenses y que han abordado la ciberseguridad desde diferentes ámbitos, económicos, sociales y psicológicos, preocupándose tanto por la percepción de la participación y el rol que tienen las mujeres en esta área como el interés tanto de capacitarse como de profesionalizarse en ciberseguridad.

## Referencias

Al-Alawi, A. I., Al-Khaja, N. A., & Mehrotra, A. A. (2023). Women in Cybersecurity: A Study of the Digital Banking Sector in Bahrain. Journal of International Women's Studies, 25(1).

Bagchi-Sen, S., Rao, H. R., Upadhyaya, S. J., & Chai, S. (2010). Women in Cybersecurity: A Study of Career Advancement. IT Professional, 12(1), 24–31. https://doi.org/10.1109/MITP.2010.39

Bashir, M., Wee, C., Memon, N., & Guo, B. (2017). Profiling cybersecurity competition participants: Self-efficacy, decision-making and interests predict effectiveness of competitions as a recruitment tool. Computers & Security, 65, 153–165. https://doi.org/10.1016/j.cose.2016.10.007

Billionniere, E., De Pena, M., Chen, J., & Desilva, K. (2022). Leveling Up: EmTech Education Providing New Pathway Opportunities in IT for Women at Any Stage of Their Careers. The 23rd Annual Conference on Information Technology Education, 63–65. https://doi.org/10.1145/3537674.3555785

Boluwatife, F. F., Awang Long, Z., Hamid, S., & Oladele, F. J. (2023). Cybersecurity for Online Safety Enhancement: Female Participation (pp. 31–39). https://doi.org/10.1007/978-3-031-25178-8_4

Burrell, D. N., & Nobles, C. (2018). Recommendations to develop and hire more highly qualified women and minorities cybersecurity professionals. In H. J. S. & C. J. Q. (Eds.), Proceedings of the 13th International Conference on Cyber Warfare and Security, ICCWS 2018 (pp. 75–81). Academic Conferences and Publishing International Limited. https://www.academic-bookshop.com/ourshop/prod_6343459-ICCWS-2018-PDF-Proceedings-of-the-13th-International-Conference-on-Cyber-Warfare-and-Security.html

Cartwright, A., Cartwright, E., Xue, L. & Hernandez-Castro, J. (2023). An investigation of individual willingness to pay ransomware. Journal of Financial Crime, 30(3), 728-741. https://doi.org/10.1108/JFC-02-2022-0055

Chen, I. L. & Shen, L. (2020). The Cyberethics, Cybersafety, and Cybersecurity at Schools. In I. Management Association (Ed.), Cyber Warfare and Terrorism: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications (pp. 1395-1412). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2466-4.ch082

Choi, K.-S., & Lee, J. R. (2017). Theoretical analysis of cyber-interpersonal violence victimization and offending using cyber-routine activities theory. Computers in Human Behavior, 73, 394–402. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.061

Choi, K.-S., Cho, S., Lee, J.R. (2019). Impacts of online risky behaviors and cybersecurity management on cyberbullying and traditional bullying victimization among Korean youth: Application of cyber-routine activities theory with latent class análisis. Computers in Human Behavior, 100, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.06.007

Datt, G. & Tewari, N. (2021). A Study of Computer Users' Attitude and Awareness towards Cyber Security. International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications, 13, 300-307.

Dragiewicz, M., Woodlock, D., Salter, M. & Harris, B. (2022). "What's Mum's Password?": Australian Mothers' Perceptions of Children's Involvement in Technology-Facilitated Coercive Control. Journal of Family Violence, 37(1), 137-149. https://doi.org/10.1007/s10896-021-00283-4

Effendy, F., Gaffar, V., Hurriyati, R., & Hendrayati, H. (2021). Analisis Bibliometrik Perkembangan Penelitian Penggunaan Pembayaran Seluler Dengan Vosviewer. Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 16(1), 10-17. https://doi.org/10.35969/interkom.v16i1

Foro Económico Mundial. (2020). 3 things to know about women in STEM. https://www.weforum.org/agenda/2020/02/stem-gender-inequality-researchers-bias/

Godin, B. (2006). On the origins of bibliometrics. Scientometrics, 68(1), 109-133. https://doi.org/10.1007/s11192-006-0086-0

Hadlington, L., & Murphy, K. (2018). Is Media Multitasking Good for Cybersecurity? Exploring the Relationship Between Media Multitasking and Everyday Cognitive Failures on Self-Reported Risky Cybersecurity Behaviors. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 21(3), 168–172. https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0524

Holt, T. J., Fitzgerald, S., Bossler, A. M., Chee, G., & Ng, E. (2016). Assessing the Risk Factors of Cyber and Mobile Phone Bullying Victimization in a Nationally Representative Sample of Singapore Youth. International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology, 60(5), 598–615. https://doi.org/10.1177/0306624X14554852

Holt, T.J., Bossler, A.M., Malinski, R. & May, D.C. (2016). Identifying Predictors of Unwanted Online Sexual Conversations Among Youth Using a Low Self-Control and Routine Activity Framework. Journal of Contemporary Criminal Justice. 32(2), 108-128. https://doi.org/10.1177/1043986215621376

Jawad, H. M., & Tout, S. (2021). Gamifying Computer Science Education for Z Generation. Information, 12(11), 453. https://doi.org/10.3390/info12110453

Jin, G., Tu, M., Kim, T.-H., Heffron, J., & White, J. (2018). Game based Cybersecurity Training for High School Students. Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 68–73. https://doi.org/10.1145/3159450.3159591

Joseph, A., Joseph, M., & Ileleji, T. (2022). COLLEGE/HIGH SCHOOL STUDENTS' CYBERSECURITY CAREER INTEREST. 15th International Conference on ICT, Society and Human Beings, ICT 2022, 19th International Conference on Web Based Communities and Social Media, WBC 2022 and 14th International Conference on e-Health, EH 2022 - Held at the 16th Multi Conference on Compu, 66–76. https://conferencealerts.com/show-event?id=242099

Kaakinen, M., Keipi, T., Räsänen, P., & Oksanen, A. (2018). Cybercrime Victimization and Subjective Well-Being: An Examination of the Buffering Effect Hypothesis Among Adolescents and Young Adults. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 21(2), 129–137. https://doi.org/10.1089/cyber.2016.0728

Karasavva, V., & Forth, A. (2022). Personality, Attitudinal, and Demographic Predictors of Non-consensual Dissemination of Intimate Images. Journal of Interpersonal Violence, 37(21–22), NP19265–NP19289. https://doi.org/10.1177/08862605211043586

Kelly, K., Dampier, D.A., Carr, K. (2013). Willing, able, and unwanted: High school girls' potential selves in computing. Journal of Women and Minorities in Science and Engineering, 19(1), 67-85. https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2013004471

Kluiters, L., Srivastava, M., & Tyll, L. (2023). The impact of digital trust on firm value and governance: an empirical investigation of US firms. Society and Business Review, 18(1), 71–103. https://doi.org/10.1108/SBR-07-2021-0119

Maon, S. N., Mohd Hassan, N., Mohamad Yunus, N., Abdul Kader Jailani, S. F. S., & Suzila Kassim, E. (2021). Gender Differences in Digital Competence Among Secondary School Students. International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM), 15(04), 73. https://doi.org/10.3991/ijim.v15i04.20197

Mehrnezhad, M., Shipp, L., Almeida, T. & Toreini, E. (2022). Vision: Too Little too Late? Do the Risks of FemTech already Outweigh the Benefits? ACM International Conference Proceeding Series, 145-150. https://doi.org/10.1145/3549015.3554204

Mohd Yusof, S.B., Huda Sheikh Abdullah, S.N., Mohd, M., (...), Norman, A.A. & Paizi Fauzi, W.F. (2022). The effectiveness of Women 4IR Cyber 3A #Aware, Avoid, Act Program in Malaysia. International Conference on Cyber Resilience, ICCR 2022. https://doi.org/110.1109/ICCR56254.2022.9995864

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. Scientometrics, 106, 213-228. https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5

Navarro, J. N., & Jasinski, J. L. (2013). Why Girls? Using Routine Activities Theory to Predict Cyberbullying Experiences Between Girls and Boys. Women & Criminal Justice, 23(4), 286–303. https://doi.org/10.1080/08974454.2013.784225

Page, MJ, McKenzie, JE, Bossuyt, PM, Boutron, I., Hoffmann, TC, Mulrow, CD, ... & Moher, D. (2021). La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para informar revisiones sistemáticas. Revista internacional de cirugía , 88 , 105906. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906

Powell, A., Henry, N., Flynn, A., & Scott, A. J. (2019). Image-based sexual abuse: The extent, nature, and predictors of perpetration in a community sample of Australian residents. Computers in Human Behavior, 92, 393–402. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.009

Reyns, B. W. (2019). Online Pursuit in the Twilight Zone: Cyberstalking Perpetration by College Students. Victims & Offenders, 14(2), 183–198. https://doi.org/10.1080/15564886.2018.1557092

Venter, I. M., Blignaut, R. J., Renaud, K., & Venter, M. A. (2019). Cyber security education is as essential as "the three R's." Heliyon, 5(12), e02855. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02855

Whitty, M. T. (2018). Do You Love Me? Psychological Characteristics of Romance Scam Victims. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 21(2), 105–109. https://doi.org/10.1089/cyber.2016.0729

Withanaarachchi, A., & Vithana, N. (2022). Female underrepresentation in the cybersecurity workforce – a study on cybersecurity professionals in Sri Lanka. Information & Computer Security, 30(3), 402–421. https://doi.org/10.1108/ICS-08-2021-0129

Yousuf, A., De La Cruz, A. G., & Sheldon, F. T. (2021). Computer Science Technology-Cyber Security Option. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.

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

Recebido/Submission: 31/05/2023
Aceitação/Acceptance: 01/07/2023

# Modelo de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad para el sector financiero basado en buenas prácticas

Daniel Alejandro González Sánchez[1], Dario Enrique Soto Duran[2], Luis Eduardo Peláez Valencia[3], Aixa Eileen Villamizar Jaimes[4], Iván Andrés Delgado González[5], Fredy Alonso Vidal Alegría[6]

**dalejandro5741@hotmail.com; dsoto@tdea.edu.co; luiseduardo.pelaez@gmail.com; aixa.villamizar@tdea.edu.co; ivandelgadog@gmail.com; decing@unimayor.edu.co**

[1] Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Calle 78B No. 72A - 220, 050001, Medellín, Colombia

[2] Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Calle 78B No. 72A - 220, 050001, Medellín, Colombia

[3] Universidad Tecnológica de Pereira, Carrera 27 #10-02 Barrio Alamos, 660003, Pereira, Colombia

[4] Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Calle 78B No. 72A - 220, 050001, Medellín, Colombia

[5] Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Edificio Álvaro Castillo, 150001, Tunja, Colombia.

[6] Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Edificio Bicentenario, 190001, Popayán, Colombia.

**Pages: 362-375**

**Resumen:** En busca de la competitividad y la entrega de valor para las partes interesadas, las organizaciones no solo desarrollan un objeto social, generan beneficios y optimizan recursos, sino que también gestionan sus riesgos, entre ellos los cibernéticos, donde las organizaciones se han visto amenazadas debido al reto de mantener controles técnicos y de gestión para su tratamiento. Bajo este escenario, no solo deben cubrir las tecnologías sino también a las personas como parte integral del ambiente informático a resguardar; por esto deben promover una cultura de ciberseguridad que contribuya a la mitigación de riesgos y a la mejora continua. En este trabajo se presenta el diseño de un modelo de madurez de cultura de ciberseguridad para el sector financiero, formulado a partir de las buenas prácticas provenientes de instituciones, asociaciones y autores referentes de la industria de la seguridad de la información y la ciberseguridad. El modelo planteado adopta una metodología que toma en cuenta la selección de un conjunto de factores que inciden en la cultura de ciberseguridad de una organización, mide dichos factores a partir de un método de valoración que considera una serie de atributos (indicadores), y cuyas calificaciones dan lugar a la determinación de un nivel de madurez. Con este nivel de madurez la organización no solo tomará conciencia de su estado actual, posibles brechas y retos en términos de la cultura de ciberseguridad; sino que también podrá identificar una serie de acciones de control recomendadas para la mejora continua.

**Palabras-clave:** cultura de ciberseguridad, modelo de madurez, seguridad en los recursos humanos.

***Maturity model of cybersecurity organizational culture for the financial sector based on good practices***

***Abstract:*** In search of competitiveness and the delivery of value for stakeholders, organizations not only develop a social purpose, generate benefits and optimize resources, but also manage their risks, including cyber, where organizations have been threatened due to the challenge of maintaining technical and management controls for their treatment. Under this scenario, they must not only cover technologies but also people as an integral part of the computer environment to be protected; For this reason, they must promote a culture of cybersecurity that contributes to risk mitigation and continuous improvement. This paper presents the design of a maturity model of cybersecurity culture for the financial sector, formulated from good practices from institutions, associations and leading authors of the information security and cybersecurity industry. The proposed model adopts a methodology that takes into account the selection of a set of factors that affect the cybersecurity culture of an organization, measures these factors from an assessment method that considers a series of attributes (indicators), and whose qualifications lead to the determination of a level of maturity. With this level of maturity the organization will not only become aware of its current state, possible gaps and challenges in terms of cybersecurity culture; but you will also be able to identify a series of recommended control actions for continuous improvement.

***Keywords:*** Cybersecurity culture, maturity model, security in human resources.

## 1. Introducción

De acuerdo con EY, una de las firmas de servicios profesionales más importantes a nivel internacional en el informe de su encuesta global de seguridad de la información, "Uno de los sectores más sensibles a los ciberataques en Colombia es el financiero" motivo por el dicho sector cual ha realizado grandes esfuerzos para la gestión de los riesgos cibernéticos (EY, 2019). No obstante, las entidades bancarias continúan siendo víctimas de ataques cibernéticos como lo afirma el estudio de la OEA donde el 92% de las entidades bancarias identificaron algún tipo de evento (ataques exitosos y no exitosos) de seguridad digital. (OEA, 2018). Tales situaciones revelan la importancia que tiene la ciberseguridad para el sector financiero, Sin embargo, (Tarafdar et al., 2014) indican que múltiples estudios demuestran que las fallas de seguridad de mayor alcance y gravedad no se deben a explotación de vulnerabilidades técnicas en la infraestructura tecnológica si no a conductas inadecuadas causadas por la falta de conciencia de los empleados que manejan la información

Por lo tanto, existe la necesidad de que las compañías financieras implementen estrategias efectivas de concientización y generación de cultura organizacional en seguridad de la información y ciberseguridad. Con estos precedentes y el panorama actual en materia de ciberseguridad, se diseñará un modelo de madurez que permita evaluar el nivel de cultura organizacional de ciberseguridad como eje fundamental para la protección de los activos de información en compañías colombianas del sector financiero; para este trabajo se inició con una revisión de literatura en la que se sistematizaron referencias de diferentes autores donde se exploraban los principales modelos de madurez relacionados con la cultura organizacional y la ciberseguridad para posteriormente caracterizar dichos modelos e identificar los componentes esenciales que permiten proponer el diseño del

nuevo modelo de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad enfocado en el sector financiero..

## 2. Metodologia

El diseño metodológico del presente trabajo se basa en el desarrollo de las tres fases que se describen a continuación:

Fase 1. Exploración: En esta fase se aplica una metodología de investigación exploratoria (Chavarriaga et al., 2004), ya que fue la fase en la cual se realizó una aproximación y profundización en los modelos de madurez de ciberseguridad, conciencia y cultura organizacional de ciberseguridad. La idea principal de esta fase consistió en proporcionar un contexto inicial que sirviera como base para la elaboración del modelo.

Fase 2. Integración. Esta fase se enfocó principalmente en la integración de los elementos generados en la fase anterior con el fin de elaborar el modelo de madurez de cultura de ciberseguridad. Para esto, se usó un enfoque argumentativo y principios de la ingeniería de método situacional (Jáen, 2011), esto permite que sea posible integrar prácticas en un contexto especifico y particularmente desde modelos existentes en el campo de la ciberseguridad tomando en cuenta las áreas claves de proceso que soportan la cultura organizacional.

Fase 3. Validación. Finalizada la integración, y generado el modelo, se procede a la validación, por lo que se aplica una metodología de validación/juicio por expertos (Escobar & Cuervo, 2008). En esta última fase se seleccionan expertos con experiencia en materia de ciberseguridad, quienes verifican la relevancia, coherencia, suficiencia, claridad y aplicabilidad del modelo, y determinan si lo realizado durante las fases anteriores, cumple realmente con las expectativas del trabajo

### 2.1. Fase de Exploración.

A partir de los modelos de madurez existentes en ciberseguridad que se enfocan a la cultura organizacional se realiza el siguiente cuadro comparativo:

| Modelo | Componentes principales | Niveles | Objetivo principal | Aplicación del modelo | Orientado al sector financiero |
|---|---|---|---|---|---|
| Cibersecurity Culture Maturity Model | -Influencias externas<br>-Mecanismos organizacionales<br>-Creencias, Valores y Actitudes de ciberseguridad.<br>-Comportamientos (Orientados a la ciberseguridad) | Nivel 1: La tecnología tiene características de seguridad.<br>Nivel 2: El área de seguridad se encargará.<br>Nivel 3: Los directivos harán que la empresa sea segura.<br>Nivel 4: La ciberseguridad es responsabilidad de todos | Evaluar y mejorar la madurez de la cultura organizacional de ciberseguridad y aumentar la resiliencia ante los ciberataques. La madurez del modelo está basada en la percepción de la responsabilidad frente a la ciberseguridad. | El modelo fue aplicado mediante un caso de estudio en una organización financiera que expone la pertinencia de sus componentes y una encuesta que permitió validar el modelo desarrollado. | No |

| Modelo | Componentes principales | Niveles | Objetivo principal | Aplicación del modelo | Orientado al sector financiero |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo de madurez de cultura organizacional de seguridad de la información: Una visión desde el pensamiento sistémico-cibernético | Competencia genérica de gestión segura de información. Componentes base de la cultura de seguridad: Apropiación, Concientización y Cumplimiento | Nivel 1: Reactiva<br>Nivel 2: Inestable<br>Nivel 3: Proactiva<br>Nivel 4: Sostenible | Medir aspectos o comportamientos que definen la cultura organizacional de seguridad de la información (COSI), basado en la competencia genérica de gestión segura de la información, así como otros elementos que influencian, facilitan o inhiben su madurez. | Este modelo fue aplicado a dos empresas con el fin de validar sus resultados, la evaluación de la COSI se enfocó en las áreas de TI. | No |
| Cybersecurity Culture: A Definition and Maturity Model For Critical Infrastructure | Comportamientos creencias, valores y actitudes de los líderes, factores externos y mecanismos organizacionales internos | Nivel 1: Vulnerable<br>Nivel 2: Reactiva<br>Nivel 3: Cumplimiento<br>Nivel 4: Proactiva<br>Nivel 5: Resiliente | Proponer un modelo base de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad ajustado para entidades de infraestructura crítica. | El modelo base fue formulado, pero su aplicación, evaluación o validación se considera un trabajo futuro. | No |
| Security Awareness Maturity Model | - Concienciación<br>- Indicadores de madurez<br>- Métricas.<br>- Hoja de ruta de mejora | Nivel 1: Programa inexistente<br>Nivel 2: Centrado en el cumplimiento<br>Nivel 3: Promueve la conciencia y el cambio<br>Nivel 4: Mantenimiento a largo plazo<br>Nivel 5: Métricas | Proporcionar a las organizaciones una herramienta para evaluar y comparar el nivel de madurez de su programa de conciencia de seguridad y definir un camino de mejora permitiendo impactar el comportamiento y la cultura organizacional. | El modelo ha sido aplicado por SANS para evaluar el éxito de los programas de conciencia de seguridad mediante la aplicación de encuestas anuales a profesionales de organizaciones de diferentes industrias a nivel mundial. | No |

Fuente: Elaboración propia

Table 1 – Cuadro comparativo modelo de madurez de ciberseguridad

Una vez analizados los modelos se toma como base el "Cibersecurity Culture Maturity Model", dado que es modelo desarrollado y validado. Por lo tanto, se incluirán los aspectos previstos en el contexto financiero.

De acuerdo a los componentes principales del modelo seleccionado se determinan los factores que inciden en el nivel de madurez de la cultura de ciberseguridad en una organización, estos factores son: los **comportamientos** que se movilizan en gran

medida por las **creencias, valores y actitudes** de los líderes, grupos e individuos de la organización; a su vez, esta cultura es influenciada **por factores externos y mecanismos organizacionales internos** para lograr la resiliencia requerida frente a los ciberataques (Huang & Pearlson, 2019). Estos factores se determinan a partir del modelo MIT CAMS y se justifican para el modelo de este trabajo debido a que cubren varios de los factores de otros modelos referenciados como:

- Este factor de Influencias externas cubre elementos como el cumplimiento propuesto por (Lance, 2016) y por (SANS, 2011). De la misma forma, cubre el marco normativo mencionado por (Cano, 2016), mientras que cubre elementos del CCSMM de (White, 2011) como lo son el intercambio de información entre las organizaciones, la integración de la ciberseguridad entre la comunidad y el estado en los planes de continuidad de las operaciones y de respuesta a incidentes.
- Este factor de Mecanismos organizacionales internos cubre elementos del CCSMM (White, 2011) como lo son las políticas, procedimientos y el intercambio de información interno en las organizaciones, la protec-ción de los activos de información propios de la organización (SANS, 2011), el nivel de compromiso de la organización (Cano, 2016) y además también cubre el componente de Gobernanza Integrada que propone NICE-CMM por (US Department of Homeland Security, 2014).
- Este factor de Creencias, Actitudes y Valores cubre elementos como La Promoción de la Conciencia y El Cambio (SANS, 2011), y el Fundamento de la Cultura (Cano, 2016).
- Este factor de Comportamientos cubre elementos como los que se describen en el nivel de la Proactividad (Lance, 2016), también lo referido en los niveles Integrado y Vanguardia del CCSMM (White, 2011) y lo referido en el nivel Mantenimiento a largo plazo (SANS, 2011); todo esto gracias a la evolución hacia nive-les de madurez donde la cultura de ciberseguridad habilita comportamientos esperados en los colaboradores de la organización.

Tal como se evidencia, la ciberseguridad es una preocupación evidente para el sector financiero, el cual es objeto de todo tipo de ataques de seguridad digital que tienen como objetivo principal obtener acceso a la información confidencial. En Colombia cerca del 90% de los ciberataques tienen como objetivo aprovechar la brecha que en muchas ocasiones representa el factor humano (CCIT & Policia, 2019), por lo que es importante contrarrestar los ataques a través de la adopción de una cultura de ciberseguridad para que los empleados interioricen y exhiban los comportamientos correctos para proteger a la organización frente a las amenazas.

Por ello, en el contexto financiero se identifican aspectos asociados a estos componentes de cultura organizacional tales como:

- Influencias externas:
  - Entre 60% y el 85% de organizaciones del sector financiero implementan un marco internacional para apoyar la ciberseguridad.
  - El sector financiero debe cumplir con estrictas regulaciones frente a la ciberseguridad, así mismo está influenciado por las políticas nacionales sobre la misma.

- En Colombia ASOBANCARIA, constituyó un Equipo de Respuesta a Incidentes Cibernéticos (CSIRT- sus siglas en inglés) para intercambiar información sobre amenazas cibernéticas en el sector financiero.

– Mecanismos organizacionales Internos:

- El 94% de entidades financieras cuenta con planes de preparación, respuesta y capacitación en asuntos de seguridad de la información (incluyendo ciberseguridad) para sus colaboradores, los cuales se ejecutan en su mayoría de manera continua / permanente (41% de entidades).
- Es importante mantener informados a los empleados en los diferentes niveles sobre las nuevas amenazas con el propósito que entiendan cada vez mejor los incidentes de ciberseguridad.
- La única forma de saber que se está haciendo bien la tarea en ciberseguridad es poner a prueba de manera continua a la entidad a través de equipos internos, con herramientas, con ayuda de terceros y de las diferentes líneas de defensa.
- Disponer planes de capacitación con públicos objetivos específicos (empleados internos, insourcing, proveedores, clientes, etc.) que se orienten a elevar la cultura de seguridad digital, el desarrollo de capacidades y la sensibilización (según sea el caso), garantizando su ejecución periódica y estableciendo evaluaciones a efecto de determinar su impacto. Esta capacitación debe incluir el desarrollo de capacidades tempranas en aspectos cibernéticos de forma que se cierre la brecha en cuanto a personal capacitado y se fomente una cultura de seguridad digital.
- Realizar esfuerzos en campañas de prevención de eventos de i) phishing, ii) software espía (malware o troyanos), iii) ingeniería social y iv) robo de credenciales de clientes de los servicios financieros.

– Creencias, valores y actitudes:

- Por parte de la alta dirección del sector financiero se destaca que un 71% del total de las entidades financieras del país demuestran el apoyo a la gestión de riesgos cibernéticos, aprobando mayor presupuesto, y un 63% fomentando la concientización, educación y capacitación.
- La ciberseguridad debe ser una prioridad de todos. Desde la Junta Directiva de las entidades hasta las diferentes áreas de la organización debe existir consciencia sobre el reto. Todos deben ayudar.

– Comportamientos: No puede ser una estrategia que derive sólo planes de trabajo técnicos. Debe ser una estrategia incluyente que ponga a las personas en el centro de todo porque son precisamente las personas el eslabón más débil. Todo lo que se haga en cultura y pedagogía será insuficiente. No es un curso, es la sumatoria de acciones, teóricas, prácticas y vivenciales, que permita interiorizar los conceptos para influir en los comportamientos de los empleados.

### 2.2. Fase de Integración

En esta fase, se realiza la definición de los niveles y prácticas para caracterizar el modelo de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad adaptado para el sector

financiero, tomando como base para su diseño las actividades generales descritas por (García-Mireles et al., 2012) para la definición de un modelo de madurez: (1) Establecer objetivo para el desarrollo del modelo de madurez, el cual fue detallado en el planteamiento del trabajo mediante los objetivos y el planteamiento del problema. (2) Diseñar arquitectura del modelo, se definen los niveles de madurez, los dominios y los atributos para cada dominio de acuerdo con su nivel de madurez particular. (3) Construcción del instrumento de medición del modelo, se diseña un método de puntuación y valoración para medir la madurez actual de la organización, así como una herramienta para guiar los esfuerzos de mejora. (4) Validación del modelo, esta actividad se realiza mediante el método de juicio de expertos.

El modelo de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad para el sector financiero (en adelante, MMCCSF) se definió teniendo en cuenta los componentes esenciales de un modelo de madurez expuestos por (Caralli et al., 2012), dichos componentes son: los niveles del modelo, dominios, atributos, un método de valoración o puntuación y una hoja de ruta de mejora. El MMCCSF ofrece a las organizaciones la posibilidad de realizar un diagnóstico de la situación actual de la cultura de ciberseguridad y propone un camino de mejora para alcanzar el nivel de madurez deseado.

Es importante tomar en consideración que el MMCCSF se construyó adaptando el modelo de madurez propuesto por (CAMS, 2018) donde cada nivel representa la percepción de la organización frente a la responsabilidad de la ciberseguridad, y los cuatro niveles de madurez definidos para el modelo se bautizan así: Nivel 0 - Inexistente, Nivel 1 - Limitada, Nivel 2 - Proactiva y Nivel 3 - Integrada. Cada nivel cuenta con características que lo definen, para avanzar a un nivel superior se deben alcanzar el nivel de madurez requerido en dicho nivel y los de los anteriores. A continuación, se describen los 4 niveles de madurez del MMCCSF:

- Nivel 0 - Inexistente: En este nivel no se discute la ciberseguridad dentro de la organización, se considera que la tecnología ya cuenta con las características de seguridad requeridas, no se tiene conciencia de los riesgos, no se utiliza ningún tipo de mecanismo organizacional para promover la cultura de ciberseguridad y los empleados de la organización no exhiben comportamientos seguros.
- Nivel 1 – Limitada: En este nivel se considera la seguridad como un criterio para la tecnología y su administración, el personal de TI y seguridad son responsables de la ciberseguridad en la organización. También se considera que en este nivel la organización se limita al cumplimiento de regulaciones, estándares o marcos normativos y no adopta las buenas prácticas de ciberseguridad como una cultura.
- Nivel 2 – Proactiva: En este nivel se consideran los riesgos de ciberseguridad para la toma de decisiones de negocio, los directivos son responsables porque son conscientes de la importancia y promueven la ciberseguridad en la organización. En este nivel se evidencian comportamientos proactivos hacia una cultura de ciberseguridad en la organización.
- Nivel 3 – Integrada: En este nivel la ciberseguridad está integrada en todos los procesos de la organización, todos en la organización se sienten responsables de la ciberseguridad. Es el nivel más evolucionado de la cultura de la ciberseguridad en la organización.

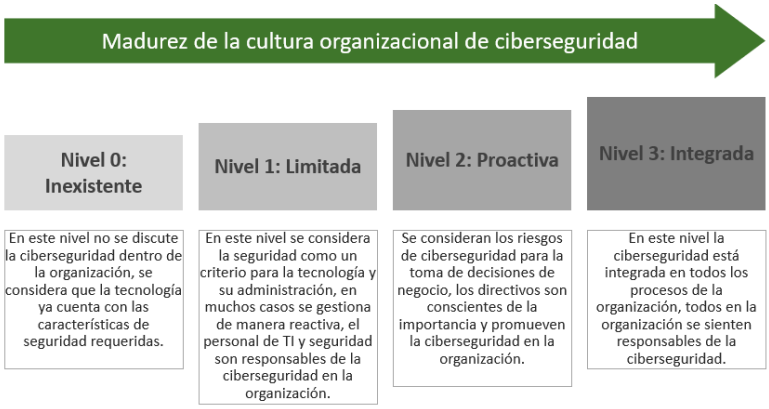



Figura 1 – Elaboración Propia - Modelo de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad MMCCSF

Para definir los dominios del modelo se tuvo en cuenta la revisión de los factores que inciden en la madurez de la cultura organizacional de ciberseguridad que se asimilarán como dominios para el modelo, en el sentido de comportarse como agrupadores para los atributos (indicadores) de cada nivel de madurez. Así pues, los factores asimilados como dominios para el modelo son:

- Influencias externas.
- Mecanismos organizacionales.
- Valores, actitudes y creencias de ciberseguridad
- Comportamientos.

Una vez definidos y caracterizados los factores (dominios del modelo), se procede con la definición de los atributos (indicadores) del MMCCSF, que se representarán para cada dominio en indicadores de madurez. En esta etapa se realizó un mapeo de los factores que inciden en la cultura de ciberseguridad definidos anteriormente con los indicadores de madurez presentes en el Security Awarness Maturity Model de SANS, tomando como referencia dichos indicadores se realizó una adaptación al contexto de la cultura organizacional de ciberseguridad para conformar los indicadores de madurez de cada nivel del modelo propuesto. Adicionalmente y con el fin de complementar los atributos (indicadores) se incluyeron conceptos de dos estudios recientes que abordan la cultura de ciberseguridad en las organizaciones, el libro “Building a Cybersecurity Culture in Organizations” de Isabella Corradini y “Cyber Security Culture in Organisations” de la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (ENISA), así como algunos aportes propios que ayudan a complementar los indicadores.

El modelo adopta un método de valoración y puntación para que la organización autoevalúe el progreso en cada nivel de madurez de cultura de ciberseguridad, utilizando sistema binario del OPM3 donde la puntuación será “1” uno para resultados que se cumplen y “0” cero para resultados que no se cumplen (PMI, 2003). Las organizaciones inician en el nivel 0 y se deberán evaluar a partir del nivel 1 para saber en qué nivel de madurez real se encuentran. La fórmula para evaluar el progreso en el nivel de madurez es:

Progreso de Nivel de Madurez Alcanzado = [Sumatoria de Elementos de Valoración Positivos / Número de Elementos de Valoración Total del Nivel de Madurez Evaluado]

A partir de (Altman, 1997) se desarrollar para el MMCCSF, la medición de los progresos en cada nivel de madurez de la cultura organizacional en ciberseguridad, la cual se presenta a continuación:

| Acuerdos de Medición | Progreso en el nivel de Madurez | Recomendaciones |
|---|---|---|
| *0.81 – 1.00* | *Muy Alto* | *Alcanzado y perfeccionado* |
| *0.61 – 0.80* | *Alto* | *Alcanzado con oportunidades de mejora, requiere plan de acción* |
| *0.41 a 0.60* | *Moderado* | *Parcialmente alcanzado, requiere plan de acción* |
| *< 0.40* | *Bajo* | *No alcanzado, requiere plan de acción* |

Table 2 – Medición de los niveles de madurez

Para que una organización clasificada en algún nivel de madurez mida los progresos del nivel podrá utilizar el método propuesto mediante un instrumento elaborado y luego tomar en cuenta la tabla anterior para auto diagnosticar su progreso; de esta manera dicha organización se podrá proponer avanzar hacia un nivel superior posible en la medida que alcance progresos "Altos" y "Muy Altos" que luego le permitan los esfuerzos de mejora a través de una hoja de ruta desarrollada para el modelo.

## 2.3. Fase de Validación

La validación del modelo de madurez se realizó utilizando la técnica de juicio de expertos, definido por (Escobar & Cuervo, 2008) como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en este, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones.

Para la validación del modelo MMCCSF, se adaptó la guía para la realización de un juicio de expertos propuesta por (Escobar & Cuervo, 2008). Esta define las siguientes etapas:

- Definir el objetivo del juicio de expertos: Realizar la validación del contenido del Modelo de madurez de cultura organizacional de ciberseguridad para el sector financiero (MMCCSF), teniendo en cuenta los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia, claridad y aplicabilidad.
- Selección de los expertos: Se seleccionaron 5 expertos con el siguiente perfil:
  - Posgrados en Seguridad de la Información, Seguridad Informática o Ciberseguridad. Más de cinco años de experiencia en la disciplina. Cargo actual en una compañía perteneciente al sector financiero.
- Especificar el objetivo de la prueba: Los resultados de la validación serán consignados en el trabajo y serán utilizados exclusivamente con fines académicos con el objetivo de validar el modelo propuesto, adicionalmente las observaciones servirán como insumo para el mejoramiento del modelo o el planteamiento de trabajos futuros.

- Diseño de instrumentos y aplicación: Se elaboro un instrumento para evaluar los diferentes aspectos del modelo bajo los criterios: relevancia, coherencia, suficiencia, claridad y aplicabilidad.
- Elaboración de las conclusiones del juicio de expertos:
  - Los expertos consideran pertinentes todos los elementos del modelo, no consideran que se debe retirar ninguno de ellos.
  - De acuerdo con la experiencia de los expertos, se hicieron recomendaciones para agregar algunos elementos que consideran importantes y complementarían el modelo como la siguiente:
  - En la descripción del nivel 1 incluir los temas reactivos para que tenga mayor coherencia con el siguiente nivel "Proactiva".
  - En influencias externas se deben considerar el nivel de exposición de la organización y su atractivo para ser atacado.
  - En las escalas de madurez se debe guardar coherencia en los niveles inferiores que acciones se deben ejecutar con los clientes.
  - Revisar la pertinencia de agregar un nivel de sanciones basado en una metodología de valoración de la falta e impacto del incidente sobre los activos de información
  - Se recomienda incluir dentro del método de valoración una manera de contrastar los resultados de la medición contra la realidad frente a la cultura de ciberseguridad de la organización, por ejemplo, mediante los resultados de un simulacro de phishing.
  - Considero que el modelo de valoración puede mejorarse, que sea flexible y ofrezca oportunidades de mejora en los demás niveles.
  - Es un modelo claro, coherente, que agrupa los elementos necesarios para otorgar a una organización una visión sobre los aspectos a trabajar para mejorar un tema fundamental, como lo es la cultura de los colaboradores.
  - Una herramienta valiosa para medir la cultura aporta elementos que no están siendo tenidas en cuenta en muchas compañías del sector financiero.

## 3. Conclusiones

Luego de cumplidas las fases metodológicas planteadas para cubrir los objetivos y los propósitos de este trabajo, se presentan las siguientes conclusiones con relación a un modelo de madurez de cultura en ciberseguridad:

- Existe concordancia entre la mayoría de las fuentes académicas, instituciones y autores cubiertos en el estado del arte, respecto a que un modelo de madurez de cultura de ciberseguridad contribuye para que una organización adopte y fortalezca mejores prácticas de seguridad de la información entre sus colaboradores, permitiendo reducir riesgos en torno a amenazas y vulnerabilidades originadas en empleados descuidados, poco informados o sin conciencia de ciberseguridad.
- Se determinan 4 factores que inciden en el nivel de madurez de la cultura de ciberseguridad de una organización: (1) Influencias externas, (2) Mecanismos

Organizacionales Internos, (3) Comportamientos y (4) Creencias, valores y actitudes. Estos factores determinados cubren la gran mayoría de los aspectos, dominios, factores y/o componentes propuestos por otros autores en términos de la cultura de ciberseguridad de una organización, facilitando de manera práctica un modelo de madurez valorable con indicadores desde estos factores (dominios).

- Un modelo de madurez de cultura de ciberseguridad para el sector financiero MMCCSF se compone de 4 niveles de madurez: (0) Inexistente, (1) Limitada, (2) Proactiva, (3) Integrada. Los cuales resultan pertinentes a realidades del sector financiero en tanto los dominios (factores) se justifican con argumentos y cifras propias del sector. Además, se determina conceptualmente que los niveles son alcanzables para una organización en función de la autovaloración de una serie de indicadores asociados a los dominios y que trazan una hoja de ruta de acciones de fortalecimiento de la cultura de la ciberseguridad.
- Un juicio de expertos de ciberseguridad del sector financiero muestra una alta aceptación del modelo de madurez de cultura de ciberseguridad propuesto, en tanto que satisface con buenas puntuaciones los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia, claridad y aplicabilidad asociados a los componentes del modelo: niveles, dominios (factores), atributos (indicadores), métodos de valoración y hoja de ruta de mejora. A su vez, el juicio de expertos permite identificar algunas oportunidades de mejora, dentro de las que se resalta la posibilidad de enriquecer el método de valoración y puntuación.
- El proyecto, en su fase de exploración, ha detectado precisamente la escasa literatura de orden nacional e internacional sobre el campo de estudio específico de los modelos de madurez de cultura de ciberseguridad; empero, si se percibe como una necesidad latente de implementación de este tipo de modelos en el sector financiero. Lo que ha permitido dar pertinencia al trabajo de tal forma que las Instituciones de Educación Superior, las Universidades y, para el caso que nos ocupa, las entidades financieras, promuevas a partir de este mayor interés por seguir apoyando la producción de documentos procurando su implementación y mejora en el mediano plazo.

## Referencias

Altman, D. PRACTICAL STATISTICS FOR MEDICAL The Analysis of Time Series (1997).

ASOBANCARIA. La auditoría de la ciberseguridad. 1–15 (2020)

Calvo-Manzano Villalon, J. A., San Feliu Gilabert, T., & Serrano Rico, A. E. Estudio aplicación del modelo de madurez capacidad de ingeniería. En seguridad de los sistemas (SSE-CMM) por áreas de proyecto y organización. Base Informática, 40, 29–35. (2004).

CAMS, C. at M. S. Cybersecurity Culture Maturity Model. https://cams.mit.edu/wp-content/uploads/Cybersecurity_Culture_Maturity_Model.pdf (2018).

Cano, J. Modelo de madurez de cultura organizacional de seguridad de la información. Una visión desde el pensamiento sistémico-cibernético. Researchgate.Net, November. https://www.researchgate.net/profile/Jeimy_Cano/publication/309717795_Modelo_de_madurez_de_cultura_organizacional_de_seguridad_de_la_informacion_Una_vision_desde_el_pensamiento_sistemico-cibernetico/links/581e2f2408aea429b295c2d4.pdf (2016).

Caralli, R., Knight, M., & Montgomery, A. Maturity models 101: a primer for applying maturity models to smart grid security, resilience, and interoperability. November, 1–10. http://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2012_019_001_58920.pdf (2012).

CCIT, & Policia, C. cibernetico de la. Tendencias Cibercrimen Colombia 2019-2020. https://www.ccit.org.co/wp-content/uploads/informe-tendencias-final.pdf (2019).

Chavarriaga, J., Arboleda, H., & Lidis, G. Modelo de Investigación en Ingeniería del Software: Una propuesta de investigación tecnológica. Ingeniería del Software y Sistemas. http://www.emn.fr/x-info/harbol07/MIFISIS2004.pdf (2004).

Corradini, I. Building a Cybersecurity Culture. En Studies in Systems, Decision and Control (Vol. 284). https://doi.org/10.1007/978-3-030-43999-6_4 (2020).

Curtis, P. D., & Mehravari, N. Evaluating and improving cybersecurity capabilities of the energy critical infrastructure. 2015 IEEE International Symposium on Technologies for Homeland Security, HST 2015, 0–5. https://doi.org/10.1109/THS.2015.7225323 (2015).

Dzitac, I., Dzitac, S., Filip, F. G., Kacprzyk, J., & Manolescu, M. Advances in Intelligent Systems and Computing 1243 Intelligent Methods in Computing , Communications and Control (Número Icccc). (2020).

ENISA, E. U. A. F. N. and I. S. Cybersecurity Culture in Organisations. En Anasthesiologie und Intensivmedizin (Vol. 46, Número 6). https://doi.org/10.2824/10543 (2017).

Escobar, J., & Cuervo, Á. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Polymer (2008).

EY. ¿La ciberseguridad es algo más que protección? Ey, 80. https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-encuesta-global-seguridad-informacion-2018-19/$FILE/ey-encuesta-global-seguridad-informacion-2018-19.pdf (2019).

García-Mireles, G. A., Moraga, M. Á., & García, F. Development of maturity models: A systematic literature review. IET Seminar Digest, 2012(1), 279–283. https://doi.org/10.1049/ic.2012.0036 (2012).

Huang, K., & Pearlson, K. For What Technology Can't Fix: Building a Model of Organizational Cybersecurity Culture. Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, January. https://doi.org/10.24251/hicss.2019.769 (2019).

Jáen, A. Especificación de procesos en la herramienta CAME MOSKitt4ME y construcción de un marco de evaluación para herramientas CAME y CASE. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11975/memoria.pdf?sequence=1 (2011).

Lance, E. Cybersecurity Culture: A Definition and Maturity Model For Critical Infrastructure. https://www.lizlance.ca/cybersecurity-culture-a-definition-and-maturity-model-for-critical-infrastructure/ (2016).

Le, N. T., & Hoang, D. B. Can maturity models support cyber security? 2016 IEEE 35th International Performance Computing and Communications Conference, IPCCC 2016. https://doi.org/10.1109/PCCC.2016.7820663 (2017).

OEA, O. de los E. A. Estado de la Ciberseguridad en el Sector Bancario en América Latina y el Caribe. 1–186. http://www.oas.org/es/sms/cicte/sectorbancariospa.pdf

OEA, O. de los E. A., & ASOBANCARIA. (2020). Estado de la Ciberseguridad en el Sistema Financiero Colombiano. (2018).

Parker, D., Lawrie, M., & Hudson, P. A framework for understanding the development of organisational safety culture. Safety Science, 44(6), 551–562. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2005.10.004 (2006).

PMI, P. M. I. Organizational Project Management Maturity Model (OPM3) (2003).

Rea-Guaman, A.M., Sanchez-Garcia, I. D., San Feliu, T., & Calvo-Manzano, J. A. Modelos de Madurez en Ciberseguridad: una revisión sistemática. Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI. https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975865 (2017).

Rea-Guaman, Angel Marcelo, San Feliu, T., Calvo-Manzano, J. A., & Sanchez-Garcia, I. D. Comparative study of cybersecurity capability maturity models. Communications in Computer and Information Science, 770, 100–113. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_8 (2017).

SANS. Security Awareness Maturity Model. https://www.sans.org/security-awareness-training/blog/security-awareness-maturity-model (2011).

SANS. SSA-SecurityAwarenessMaturityModel-Indicators.

Schwartz, H., & Davis, S. M. (1981). Matching corporate culture and business strategy. Organizational Dynamics, 10(1), 30–48. https://doi.org/10.1016/0090-2616(81)90010-3 (2020).

Skjong, R., & Wentworth, B. H. Expert judgment and risk perception. Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference, 4, 537–544 (2001).

Spitzner, L., & DeBeaubien, D. SANS Security Awareness Report 2018. SANS Institute, 1–38. www.sans.org/security-awareness-training (2018).

Tarafdar, M., D'Arcy, J., Turel, O., & Gupta, A. The Dark Side of Information Technology. MIT Sloan Management Review, 56, 61–70 (2014).

US Department of Homeland Security. Department of Homeland Security Cybersecurity Capability Maturity Model White Paper (2014).

White, G. B. The community cyber security maturity model. 2011 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security, HST 2011, 173–178. https://doi.org/10.1109/THS.2011.6107866 (2011).Rocha, Á. (2012). Framework for a Global Quality Evaluation of a Website. *Online Information Review, 36*(3), 374-382. https://www.abc.com

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

Recebido/Submission: 09/05/2023
Aceitação/Acceptance: 02/07/2023

# Estrategias de defensa personal en mujeres: un análisis bibliométrico

Jackeline Valencia[1], Yesenia Correa[2], Vanessa García[3], Luis Fernando Garcés-Giraldo[4], Lucia Palacios-Moya[5], Victoria Del Consuelo Aliaga-Bravo[6], Natalia Cuartas[7]

**javalenca.a@gmail.com; yesenia.acevedo.correa@gmail.com; vgarcia@americana.edu.co; lgarces@americana.edu.co; luciapalacios0024@correo.itm.edu.co; valiagab@usmp.pe; viceacademica@iumafis.edu.co**

[1] Universidad Ricardo Palma, Av. Benavides 5440, 1801, Lima, Perú

[2] Universidad Ricardo Palma, Av. Benavides 5440, 1801, Lima, Perú

[3] Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 #52-36, 050012, Medellín, Colombia

[4] Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 #52-36, 050012, Medellín, Colombia

[5] Instituto Tecnológico Metropolitano, Cl. 54a #30-01, 050013, Medellín, Colombia

[6] Universidad de San Martín de Porres, Jr. Las, Calandrias N° 151 – 291, Santa Anita , 15011, Lima, Perú

[7] Institución Universitaria Marco Fidel Suarez, Cl 48 #N° 50-30, 050053, Bello, Colombia

**Pages: 376-390**

**Resumen:** En últimos años se ha dado mayor relevancia a la independencia, protección y papel de la mujer en la sociedad, principalmente en cómo la misma mujer puede dar garantía de su propia protección. Por tanto, este artículo tiene como objetivo identificar las tendencias investigativas en el comportamiento y la defensa personal en mujeres, a partir de un análisis bibliométrico. Entre los principales resultados se encontró que, si bien no existe una tendencia creciente o decreciente respecto a publicaciones en el tema, la discusión si ha iniciado hace varios años y se ha encontrado marcada principalmente por aspectos psicológicos ocasionados desde la violencia intrafamiliar. Como conclusión principal resalta el hecho de que las investigadoras referentes en el tema sean mujeres. También resalta que recientemente se han desarrollo investigaciones respecto a la defensa personal de la mujer no solo desde técnicas de defensa física sino también desde la defensa de acoso virtual.

**Palabras-clave:** defensa personal; protección personal; violencia; mujeres; estrategias de defensa.

## *Self-defense strategies in women: a bibliometric analysis*

***Abstract:*** In recent years, greater importance has been given to the independence, protection, and role of women in society, mainly in how the same woman can guarantee her own protection. Therefore, this article aims to identify research trends in behavior and self-defense in women, based on a bibliometric analysis.

Among the main results, it was found that, although there is no increasing or decreasing trend regarding publications on the subject, the discussion has started several years ago and has been found to be marked mainly by psychological aspects caused by intrafamily violence. The main conclusion highlights the fact that the leading researchers on the subject are women. It also highlights that research has recently been carried out regarding the self-defense of women, not only from physical defense techniques but also from the defense of virtual harassment.

***Keywords:*** self Defense; personal protection; violence; women; defense strategies.

## 1. Introducción

En los últimos años la defensa personal en mujeres ha cobrado gran importancia, hoy en día en pleno siglo XXI, la mujer actual es curiosa, atenta, creativa, madre, esposa; una mujer que estudia, trabaja, capaz de dirigir empresas, más abierta a nuevas experiencias (Morán, 2011); diversos estudios se han enfocado en analizar las percepciones y efectividad de diferentes estrategias de autodefensa, las mujeres han desarrollado numerosas estrategias de autoprotección (Downs, Rindels y Atkinson, 2007). Algunas víctimas de violencia de pareja íntima (IPV) poseen armas de protección, pero es fundamental considerar las consecuencias potencialmente fatales de las políticas que arman a las víctimas de IPV que experimentan altos niveles de trauma (Lynch, 2020).

El acceso a órdenes de protección personal (PPO) es importante para la defensa personal de las mujeres, aunque muchas no buscan PPO debido a su valoración de la necesidad y a los obstáculos legales para obtenerlas, además, las mujeres afroamericanas con menos educación e insatisfacción con la justicia penal tienen menos probabilidades de buscar PPO (Weisz y Schell 2019); en ese sentido, se reconoce que la acción de autodefenderse es importante, sin embargo, algunos estudios sugieren que la especialización en violencia de pareja íntima femenina no se explica principalmente por la autodefensa (Wolbers y Ackerman, 2020). Las mujeres tienen reacciones autoprotectoras más fuertes que los hombres, lo que sugiere que hay mecanismos generales subyacentes a las adaptaciones únicas de las mujeres para la defensa personal (Benenson et al. 2021).

Por tanto, la defensa personal en mujeres abarca desde la posesión de armas de protección hasta el acceso a órdenes de protección personal y la adquisición de habilidades de autodefensa (Sorenson y Wiebe, 2004).

Algunas investigaciones han examinado los grupos cerrados de Facebook creados por y para mujeres, y sus motivaciones para crear y participar en estos espacios, así como las expectativas de privacidad y seguridad en ellos (Archer, Johnson & Williams Veazey, 2021); estos grupos pueden tener un potencial como vehículos de cambio social y destacan la importancia de reconocer las experiencias de las mujeres en estos espacios y en la sociedad en general (Archer, Johnson, & Williams Veazey, 2021). Además, se han explorado los estereotipos de género y prácticas ciegas de género en el ordenamiento jurídico español que tienen graves consecuencias para las mujeres víctimas de violencia de pareja íntima, y cómo estos estereotipos se modifican cuando la víctima se defiende del abusador (Delgado-Alvarez & Sanchez-Prada, 2021).

Por otro lado, existen factores que influyen en la intención de las mujeres de adquirir herramientas de autodefensa como la actitud, el riesgo percibido, la norma subjetiva y

el control conductual percibido y son bastante significativos, esto es relevante dado que la delincuencia callejera es una preocupación importante y las mujeres son blanco de delitos y violencia, por lo que la autodefensa es importante para protegerse de posibles daños (Borres et al. 2023).

Existe una brecha en la literatura que impide la comprensión de los factores que contribuyen a la violencia con armas de fuego en relaciones íntimas de pareja, esta falta de investigación sobre la intersección del género, el poder y el uso de armas en estas relaciones obstaculiza el desarrollo de intervenciones efectivas para prevenirla, además, se sugiere que la investigación futura se centre en cómo las niñas pueden experimentar un cuerpo vivido y cómo las actividades como la autodefensa pueden ayudar a crear un cuerpo vivido (Follow, 2021) . Por lo tanto, un análisis bibliométrico podría justificarse para identificar el estado actual de la investigación en estas áreas y para identificar lagunas que requieren investigación adicional (Fridel, 2022).

Teniendo en cuenta, que existen diferentes factores que interfieren en la defensa personal en las mujeres y que varían dependiendo del contexto y con la dinámica social actual, esta investigación tiene como objetivo la identificación de tendencias investigativas en el comportamiento y la defensa personal en mujeres; teniendo como propósito dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

P1. ¿Cuáles son los años de mayor productividad científica en el campo de la defensa personal en mujeres?

P2. ¿Cómo ha evolucionado la literatura científica sobre la defensa personal en mujeres?

P3. ¿Cuáles son los principales referentes investigativos en la literatura científica sobre la defensa personal en mujeres?

P4. ¿Cuál es la evolución temática en la literatura científica sobre la defensa personal en mujeres?

P5. ¿Cuáles son los principales conceptos crecientes y emergentes en la literatura científica sobre la defensa personal en mujeres?

El documento se estructura de la siguiente manera, inicialmente se presenta la metodología desarrollada, luego se presentan los resultados más relevantes en cuanto a cantidad y calidad de las investigaciones en la temática, posteriormente se desarrolla la discusión en cuanto a agenda investigativa y finalmente se presentan las conclusiones más relevantes.

## 2. Metodología

En coherencia con el objetivo y las preguntas investigativas del presente estudio, se presenta un análisis bibliométrico; la bibliometría aplica métodos matemáticos y estadísticos a toda la literatura de carácter científico y a los autores que la producen, con el objetivo de estudiar y analizar la actividad científica, teniendo, además, que los indicadores bibliométricos se han asentado en la comunidad académica como la estrategia preferente para describir la investigación científica en países e instituciones; así como en los procedimientos de evaluación y acreditación de la producción científica individual (Ávila-Toscano et al., 2018).

De esta forma para dar más detalle en cuanto a los lineamientos metodológicos, se realiza partiendo de los criterios trazados en la declaración PRISMA 2020 para revisiones de literatura, la declaración PRISMA 2020 proporciona una guía de informes actualizada para revisiones sistemáticas que refleja los avances en los métodos para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar estudios, dicha declaración define criterios de elegibilidad, fuente de información , estrategia de búsqueda y gestión de los datos obtenidos (Page et al, 2021).

### 2.1. Criterios de elegibilidad

Los métodos de elegibilidad apreciados en la declaración PRISMA 2020 se separan en dos grupos: los criterios de inclusión que apuntan a la relación de artículos que contienen en sus metadatos como lo son el titulo y palabras clave, conceptos relacionados con las estrategias de defensa personal en mujeres, y los criterios de exclusión que a su vez se dividen en tres fases secuenciales nombradas cribado. Primeramente, se excluyeron todos los elementos considerados como errores tipológicos de indexación por cada fuente de información. Después, se tiene la fase de exclusión de registros de texto completo, que no aplica para el análisis bibliométrico, en tanto que está pensando para revisiones sistemáticas de literatura (Page et al., 2021). Finalmente, se eliminaron todos los artículos derivados de actas de conferencia, del mismo modo, aquellos para los cuales sus metadatos estaban incompletos, puesto que limitan el análisis bibliométrico.

### 2.2. Fuente de información

Las fuentes de información del presente artículo corresponden a los escritos relacionados con las estrategias de defensa personal en mujeres que reposan en las bases de datos Web of Science y Scopus que según lo plantean Zhu y Liu (2020), son dos bases de datos de citas líderes en el mundo, se considera Web of Science por su multidisciplinariedad, cobertura e internacionalidad, esta base de datos incluye más de 10.000 revistas y comprende tres bases de datos de citas: índice de citas de artes y humanidades, Ciencias sociales e índice de citas científicas, WoS contiene más de 38 millones de registros y, cada año, más de 1,5 millones de registros nuevos y 23 millones de nuevas referencias citadas de más de 250 disciplinas de las ciencias, las ciencias sociales, las artes y las humanidades (Vieira y Gómez, 2009).

Así mismo, Scopus contiene 33 millones de registros de los cuales 16 millones incluyen referencias que se remontan hasta 1996 y 17 millones de registros anteriores a 1996 que se remontan a 1841, estos registros fueron recopilados de más de 15.000 revistas revisadas por pares de más de 4.000 publicaciones internacionales, incluidas más de 1.200 revistas de acceso abierto, 500 Actas de conferencias, más de 600 Publicaciones Comerciales y 200 series de libros de todas las áreas del conocimiento, Scopus clasifica las revistas en cuatro amplias áreas científicas: Ciencias Físicas, Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales y Ciencias de la Vida, Scopus reclama una cobertura mundial con más de la mitad de sus contenidos originarios de Europa, América Latina y la región de Asia-Pacífico (Vieira y Gómez, 2009).

### 2.3. Estrategia de búsqueda

Con el fin de tener una búsqueda eficiente en ambas bases de datos, de manera que todas las palabras clave definidas como criterios de inclusión puedan estar integradas, se diseñan dos ecuaciones especializadas de búsqueda semejantes, cuya única variabilidad se da a partir de la interfaz de búsqueda de cada base de datos. En ese sentido, se tienen las siguientes ecuaciones de búsqueda:

Para la base de datos Scopus: ( TITLE ( “women” OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) AND TITLE ( “self-defense” OR “personal defense” OR “self-protection” OR “personal protection” OR “self-preservation” ) )

Para la base de datos Web of Science: ( TI=( “women” OR “female” OR “girls” OR “ladies” OR “feminine” ) AND TI=( “self-defense” OR “personal defense” OR “self-protection” OR “personal protection” OR “self-preservation” ) )

### 2.4. Gestión de datos

Luego de ejecutar la búsqueda, se obtuvieron inicialmente 169 artículos de las dos bases de datos, 120 de Scopus y 49 de Web of Science, los cuales serán analizados por medio de la herramienta informática de Microsoft, esta fue lanzada por Microsoft en 1985 y ha crecido en uso debido a la necesidad de tablas, gráficos, cálculos de datos estadísticos y creación de fórmulas (Formby, Medlin y Ellington, 2017). Además, se usó el software libre VOSviewer, cuya funcionalidad es especialmente útil para mostrar grandes mapas bibliométricos de una manera fácil de interpretar (Van y Waltman, 2010).

### 2.5. Proceso de selección

Para finalizar, la declaración PRISMA 2020 sugiere la representación gráfica del diseño metodológico a partir de un diagrama de flujo que muestra cada uno de los pasos definidos. Esta estrategia se realiza por cada uno de los autores del artículo de forma independiente y las diferencias son tratadas colectivamente, en recopilacion, del proceso se tiene la figura 1 que evidencia la primera fase de identificación, la segunda de cribado con las tres fases de exclusión definidas y por último se tienen 117 documentos que serán estudiados en el presente análisis bibliométrico.

## 3. Resultados

En este trabajo de investigación se proponen una serie de preguntas que permiten evidenciar factores de cantidad y calidad asociados a la productividad académica en torno al tema de defensa personal en mujeres, con lo que se pretende abordar los principales ejes de investigación existentes y futuras líneas a desarrollar. Lo anterior, con la finalidad de comprender como ha avanzado esta temática de investigación respecto a principales años de productividad, principales referentes y variables clave a partir de las cuales se ha estudiado el tema.

Teniendo en cuenta lo anterior, se aborda inicialmente la productividad por año como se observa en la figura 2. El año con la mayor productividad correspondió a 2022 con

más de 10 artículos en el tema de defensa personal en mujeres, seguido del año 2018 con 8 artículos y 2012 con 7 artículos aproximadamente. Si bien, ya se realizaban investigaciones relacionadas a la defensa personal de la mujer, es en 1990 dónde el tema toma relevancia y surgen inicialmente de manera constante investigaciones asociadas al campo de conocimiento, sin embargo, la importancia del tema disminuye hasta 1996 y hasta 2012 nuevamente se genera un incremento en las investigaciones relacionadas al tema.

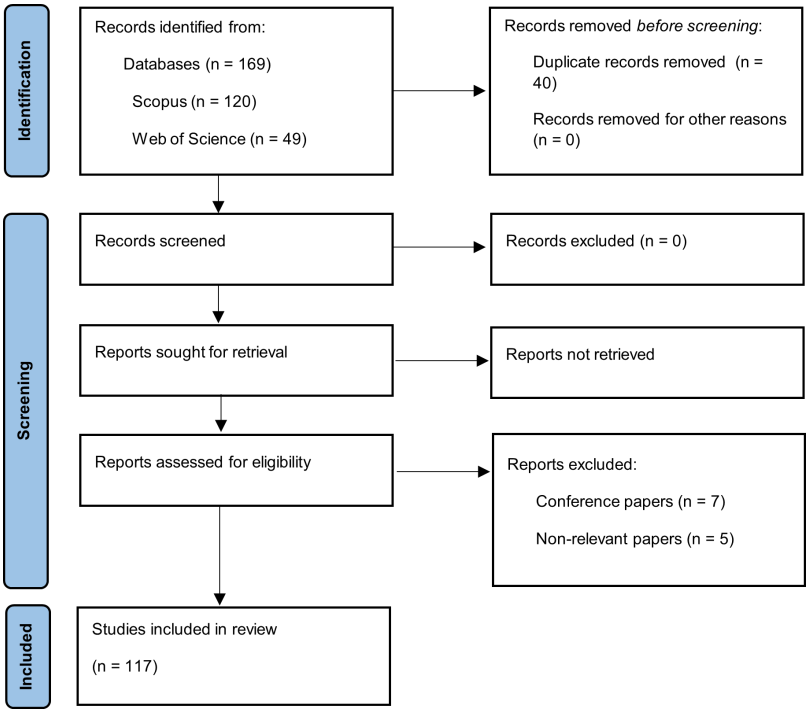



Figura 1 – Diagrama de flujo PRISMA

De esta manera, no se observa una tendencia constancia en el incremento de las investigaciones o una caída en el interés por desarrollar investigaciones relacionadas, sin embargo, si se observan años con elevaciones específicas como lo es en 2022, dónde se encuentra el incremento más notorio en la producción científica en el tema. Para el año 2022, algunas de las investigaciones abordaron la autoprotección como estrategia femenina adaptativa, entendiendo esto como la reacción de autoprotección que se produce en las mujeres ante las amenazas agresivas debido a un mayor valor de aptitud para las mujeres comparado con los hombres (Benenson et al., 2022).

Para 2018, una de las investigaciones más relevantes, teniendo la mayor cantidad de citaciones para este año, se enfocó en analizar las experiencias de mujeres académicas con el acoso y el abuso en línea, encontrando que los académicos se involucraron en estrategias de afrontamiento reactivas, anticipatorias, preventivas y proactivas,

destinadas a la autoprotección y la resistencia, respondiendo a menudo al acoso con aceptación y autoculpabilización (Veletsianos et al., 2018). De otra manera, para el 2012 una de las investigaciones con mayor cantidad de citaciones, se enfocó en analizar los tipos de homicidios de pareja íntima cometidos por mujeres, encontrando que, en su mayoría, estos estuvieron motivados por defensa propia, representación, represalia y decoro sexual (Belknap et al., 2012).

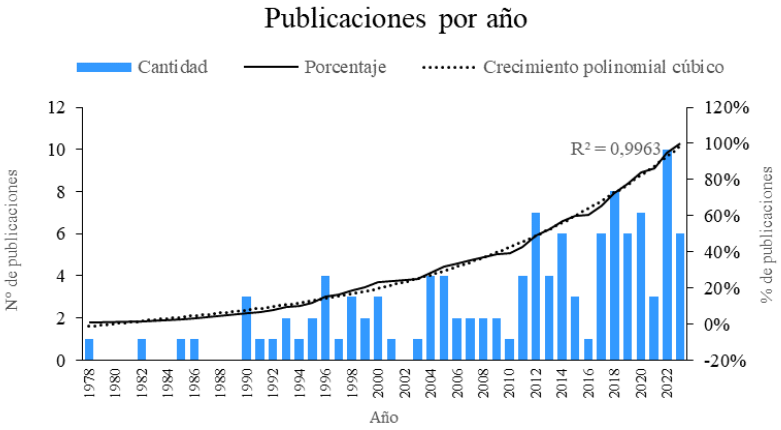



Figura 2 – Publicaciones por año.

En la figura 3, se pueden observar los autores que han realizado contribuciones en el campo de defensa personal en mujeres. Uno de los autores más relevantes es Hollander JA, quien ha realizado la mayor cantidad de publicaciones que han destacado en el tema abordado debido a la cantidad de citaciones. Uno de los aportes más relevantes ha sido el artículo que trata sobre las clases de defensa personal y que tan aportantes han sido estas para prevenir la violencia sexual contra las mujeres, encontrando que las mujeres que participan en el entrenamiento de defensa personal tienen menos probabilidades de experimentar agresión sexual y tienen más confianza en su capacidad para resistir la agresión de manera efectiva (Hollander, 2014).

Otro autor que ha realizado aportes significativos en el campo discutido es Brecklin LR, quien de manera similar a Hollander, se enfocó en estudiar el entrenamiento de defensa personal de las mujeres para fortalecer la capacidad para defenderse de posibles ataques, analizando como este entrenamiento ayuda en el manejo de los impactos físicos, psicológicos y conductuales que podrían presentarse (Brecklin, 2008). Luego, se encuentra Saunders DG, quien cuenta con una de las publicaciones más citadas, con 225 citas en Scopus en torno a la temática de defensa personal en mujeres, específicamente el autor aborda la temática desde la perspectiva de la naturaleza cometida por las mujeres hacia sus parejas intimas y en el debate sobre si la agresión se debe etiquetar como; “combate mutuo”, “abuso del marido” o “defensa propia” (Saunders, 1986).

Posteriormente, se encuentran los autores que no se están entre los más citados, pero si cuentan con mayor cantidad de publicaciones en el tema, entre estos destacan las

publicaciones de Witlauf JC, quién discutió sobre los efectos de generalización del entrenamiento de habilidades de afrontamiento y el entrenamiento de defensa personal sobre las creencias de eficacia, asertividad y agresión de las mujeres (Weitlauf et al., 2000). Por otro lado, Jordan J, presentó los resultados de una evaluación de los programas de defensa personal proporcionados a tres grupos de edades diferentes de niñas en edad escolar en Nueva Zelanda (Jordan & Mossman, 2018), mientras que Follingstad (1996) discute variables asociadas a la reputación y comportamiento de mujeres maltratadas que matan a sus parejas ocasionan la negación de la autodefensa.

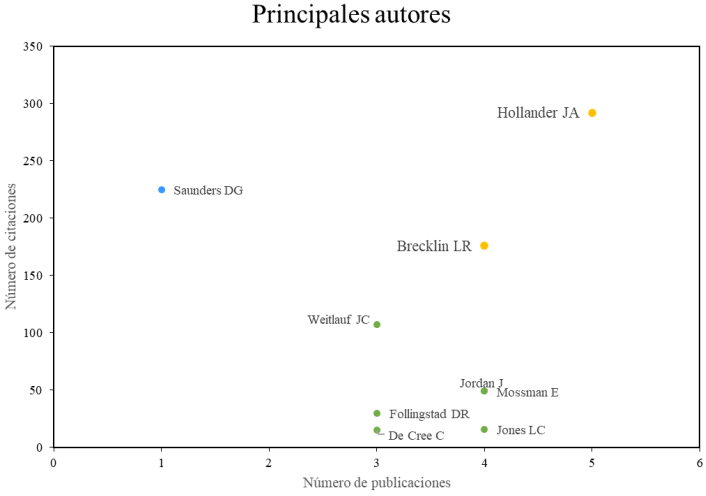



Figura 3 – Principales autores.

Con relación a la producción por países, en la figura 4 se puede observar los resultados asociados en cuanto a cantidad y calidad de producción relacionada al tema. Se puede observar como Estados Unidos tiene los resultados más relevantes tanto en citación como en producción, encontrándose una brecha significativa respecto a los demás países. Para Estados Unidos, dado que cuenta con la mayor representatividad en investigación sobre el tema de defensa personal de mujeres, uno de los artículos más representativas es precisamente el de Saunders, D.G. y quién además discute las variables asociadas a un reconocimiento de defensa propia cuando la mujer es violentada por su pareja (Saunders, 1986). Otro de los documentos publicados en Estados Unidos y que ha sido representativo en el tema es el de Hollander (2004), quién analiza el efecto ejercido por el entrenamiento de defensa personal sobre la vida de las mujeres, y los efectos positivos que pueden reducir el riesgo de agresión de las mujeres.

Luego se encuentran los países que, si bien no cuentan con una gran cantidad de documentos publicados, si han sido citados numerosas veces. Por ejemplo, en Dinamarca se publicó un estudio que aborda las formas en que las políticas de género que surgieron en torno a una iniciativa de autodefensa de las mujeres desarrollada por un partido de extrema derecha en Mumbai reconstruyó temporalmente textos de género sobre el uso y

acceso de las mujeres al espacio público, colocándose estratégicamente en la intersección de las actuaciones paranoicas urbanas y de género (Sen, 2019).

Luego se encuentra Canadá con la publicación de Veletsianos et al., (2018), siendo esta una de las publicaciones más citadas de este país. Seguidamente, en Francia se publicó una investigación que aborda la ansiedad como un factor que constituye una herramienta analítica relevante para comprender mejor las dinámicas sociales y emocionales que se desarrollan en las sociedades revolucionarias, analizado desde el caso de las clases de entrenamiento de defensa personal para mujeres de clase alta en el Cairo revolucionario (Egipto) (Lachenal, 2014). Finalmente, Nueva Zelanda, Australia y Reino Unido, conforman el último grupo de países que han realizado publicaciones en el tema de discusión, dónde abordan la defensa personal de la mujer como una herramienta de empoderamiento femenino, indagando sobre el potencial de los cursos de defensa personal para tener una eficacia específica en la prevención de la violencia de pareja (Jordan & Mossman, 2019).

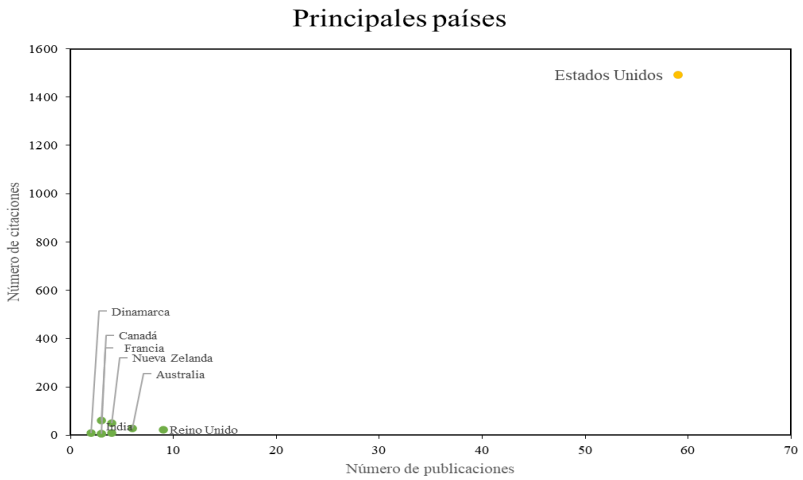



Figura 4 – Principales países.

## 4. Discusión

Analizar la evolución temática en estudios bibliométricos es relevante, debido a que nos dará una visión panorámica del cómo se ha transformado la literatura científica relacionada a la defensa personal de las mujeres. En ese sentido, la figura 5 identifica la palabra clave más frecuente en el período de análisis de acuerdo con las bases de datos consultadas. A partir de eso, se da cuenta que en el año 1992 se daba un interés por visibilizar estudios que dieran cuenta de la efectividad del entrenamiento en defensa personal con la aplicación de técnicas para repeler ataques de otros (Cummings, 1992); durante esta época también se quiso avanzar en el reconocimiento del consentimiento de las mujeres para el desarrollo de una relación sexual como un paso inicial para que las mujeres gocen libertades en la defensa de sus derechos, a través de la aplicación de

elementos jurídicos (Reekie y Wilson, 1993), por lo que estudios también se interesaron en demostrar que las acusaciones de mujeres maltratadas se basaban en su defensa propia y en la de sus hijos (Bradfield, 1998) apelando al uso de normativas legales para hacer valer sus derechos.

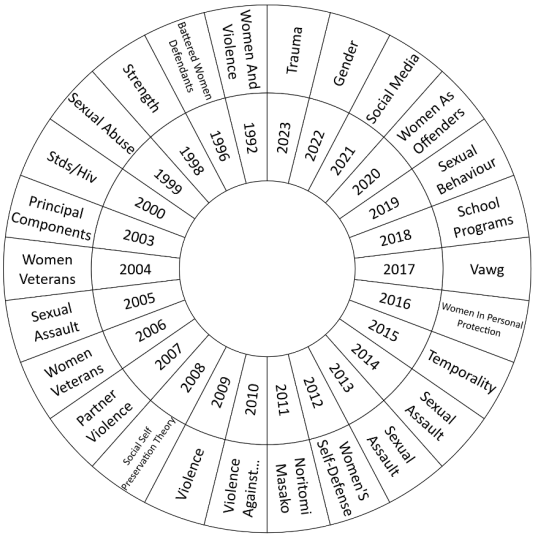



Figura 5 – Evolución temática.

La temática de abuso sexual, también fue recurrente a finales de los 90 e inicios del siglo XXI con el desarrollo de investigaciones que revelaban escalas de medición que presentaban la relación entre autopercepción sobre agresión sexual y la educación para concientizar en violencia de género como condiciones para comprender la defensa personal en mujeres (Moore y Waterman, 1999). Por otro lado, estudios sobre VIH y defensa de las mujeres, tuvieron su aparición luego de los años 2000, indican que la falta de igualdad entre hombres y mujeres hace que se propague el sida, pues ellas no cuentan con elementos necesario para negociar la autoprotección contra esta infección, como la capacidad de exigir a su pareja el uso de preservativo (Langen, 2005).

Luego del 2010, se encuentran investigaciones relacionadas con el estudio de conductas de autopercepción como formas para evitar ser víctima de violencia por parte de la pareja, para esta época estudios esto se consideraba también en interacción con TIC en escenarios mediados por redes sociales (Cali et al., 2013). Respecto la palabra clave temporalidad, esta aparece para referirse a los horarios y prestación de servicios asistenciales institucionalizados para la defensa de las mujeres, los cuales son limitados para que las mujeres puedan acercarse en sus tiempos libres para acceder a estos (Cooper, 2015).

Avanzando hacia los años de 2020, la violencia contra las mujeres (VaW) se presenta como una temática ampliamente desarrollada de acuerdo con diversas condiciones implicadas allí como la edad, conocimientos en autodefensa y la implementación de programar en pro de la eliminación de la violencia contra la mujer (Decker et al., 2018). Las redes

sociales (Archer et al., 2021), por otro lado, se han convertido en un espacio seguro donde las mujeres conforman comunidades para compartir experiencias, procurando que estos sean escenarios de confianza y moderados por y para ellas, constituyéndose como vehículos para el cambio social a través de la difusión de información sobre la defensa de los derechos de la mujer. Las TIC se presentan como una posibilidad para explorar nuevos productos tecnológicos e innovadores en pro de la defensa de las mujeres, por eso, se encuentran estudios que buscan identificar factores que influyen en la adquisición de elementos de defensa personal, tales como la identificación de entornos peligrosos, parientes, compañeros y control (Borres et al., 2023).

De otro lado, en la figura 6, se observan las palabras clave de acuerdo con su vigencia y frecuencia de aparición según la ubicación que posean en cada cuadrante con información que sirve para responder la pregunta 5 ¿cuáles son los principales conceptos crecientes y emergentes en la literatura científica sobre la defensa personal en mujeres? En ese sentido, este análisis se concentra en los cuadrantes 2 y 1. El segundo, presenta los términos menos frecuentes pero vigentes en la temática (militares GPS, violencia doméstica, empoderamiento, entre otros) y que surgen para los últimos años de consulta que van del 2018 al 2023. Por ejemplo, el estudio de Weisz y Schell (2020), presentan que la prevalencia de la violencia hacia la mujer se debe también a condiciones insatisfechas por parte de la justicia penal y la falta de acceso a la educación, lo cual indica que se deben seguir tomando medidas que lleven a la mitigación de estas brechas. En el primer cuadrante, se encuentran las palabras claves más frecuentes y vigentes; aquí el termino más consolidado es homicidio, dentro de lo que se identifican correlatos del uso de armas para cometer homicidio en contra de la pareja, revelando que los hombres hacen un uso de armas de fuego de manera desproporcionado para ejercer amenazas y diferentes tipos de violencia contra la mujer, que en ocasiones termina en homicidios, mientras que las mujeres suelen usar estos artefactos en defensa propia (Fridel y Zimmerman, 2022).

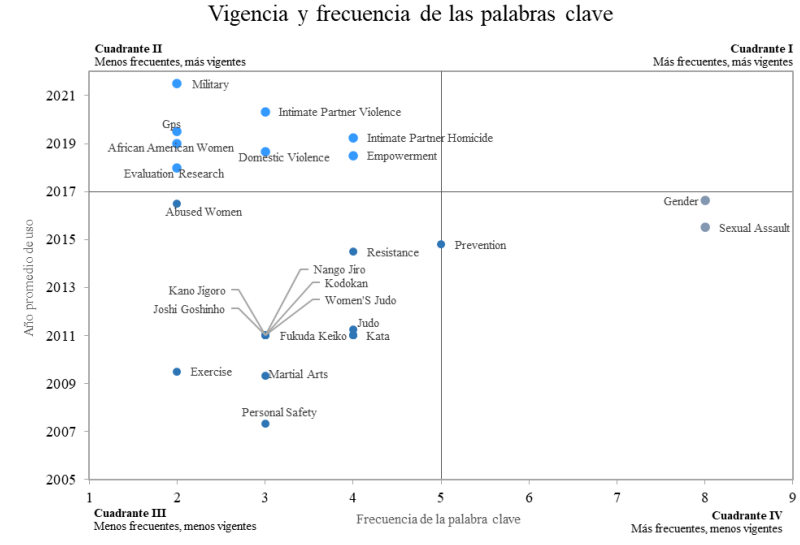



Figura 6 – Vigencia y frecuencia de las palabras clave.

## 5. Conclusiones

Uno de los principales aspectos a resaltar de la investigación es que si bien, el interés por investigar respecto a la defensa personal de la mujer surge aproximadamente desde 1978, el interés por la temática inicia aproximadamente en 1986, con el artículo publicado por Saunders como uno de los más citados. Pero es hasta el año 1990 dónde se realizan publicaciones de manera constante cada año. Por otro lado, si bien Estados Unidos es uno de los países con la mayor cantidad de publicaciones y citaciones en el tema, algunas de las investigaciones más citadas si bien se han publicado en revistas de este país, el desarrollo de las investigaciones se ha realizado en países como Australia e India principalmente.

Con relación a los investigadores, es interesante que en su mayoría son mujeres las investigadoras que tienen interés en esta temática y de hecho las 3 autoras con mayor cantidad publicaciones y citaciones corresponde a investigadoras, lo cual podría evidenciar un desinterés por el tema en los hombres investigadores en las principales áreas de conocimiento de la temática como son; psicología, salud, medicina y demás ramas de las ciencias sociales. Se identifica que hay un interés por brindar herramientas prácticas a partir de proyectos que sirvan para fomentar la confianza a través del desarrollo de defensa personal, para evitar ataques victimizantes hacia las mujeres y en ese sentido, la defensa personal de las mujeres, no se refiere sólo a la formación en el uso de armas desde el ámbito físico, sino que se refiere también a las herramientas que se ofrecen a nivel jurídico y performativo para visibilizar actos abusivos hacia las mujeres. Adicionalmente, se determina que la capacidad autopercibida que se tiene para la defensa de las mujeres, está condicionada por factores de acceso a la educación, acceso a la información, al desarrollo de capacidades de concientización y empoderamiento, para el desarrollo de una capacidad crítica para hacer valer sus derechos.

## Referencias

Archer, C. Johnson, A. y Williams Veazey, L. (2021). Removing the Mask: Trust, Privacy and Self-protection in Closed, Female-focused Facebook Groups. Australian Feminist Studies, 36(107), 26-42. https://doi.org/10.1080/08164649.2021.1969518

Archer, C., Johnson, A., & Williams Veazey, L. (2021). Removing the mask: Trust, privacy and self-protection in closed, female-focused Facebook groups. Australian Feminist Studies, 36(107), 26-42. https://doi.org/10.1080/08164649.2021.1969518

Ávila-Toscano, J., Valle, S., Guajardo, E. S., Ríos, A. C., Colorado, Y. S., Pérez-Anaya, O., ... & Oregioni, M. S. (2018). Cienciometría y bibliometría. El estudio de la producción científica.

Belknap, J., Larson, D.-L., Abrams, M. L., Garcia, C., & Anderson-Block, K. (2012). Types of Intimate Partner Homicides Committed by Women. Homicide Studies, 16(4), 359–379. https://doi.org/10.1177/1088767912461444

Benenson, J. F., Webb, C. E., & Wrangham, R. W. (2022). Self-protection as an adaptive female strategy. Behavioral and Brain Sciences, 45. https://doi.org/10.1017/s0140525x21002417

Borres, R. D., Ong, A. K. S., Arceno, T. W. O., Padagdag, A. R., Sarsagat, W. R. L. B., Zuñiga, H. R. M. S., & German, J. D. (2023). Analysis of Factors Affecting Purchase of Self-Defense Tools among Women: A Machine Learning Ensemble Approach. Applied Sciences, 13(5), 3003. https://doi.org/10.3390/app13053003

Bradfield, R. (1998). Is near enough good enough? Why isn't self□defence appropriate for the battered woman?. Psychiatry, Psychology and Law, 5(1), 71-85. https://doi.org/10.1080/13218719809524921

Brecklin, L. R. (2008). Evaluation outcomes of self-defense training for women: A review. Aggression and Violent Behavior, 13(1), 60–76. https://doi.org/10.1016/j.avb.2007.10.001

Cali, B. E., Coleman, J. M. y Campbell, C. (2013). Stranger danger? Women's self-protection intent and the continuing stigma of online dating. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 16(12), 853-857. https://doi.org/10.1089/cyber.2012.0512

Cooper, A. (2015). Time Seizures and the Self: Institutional Temporalities and Self-preservation Among Homeless Women. Culture, Medicine and Psychiatry, 39(1), 162-185. https://doi.org/10.1007/s11013-014-9405-8

Cummings, N. (1992). Self-defense training for college women. Journal of the American College Health Association, 40(4), 183-188. https://doi.org/10.1080/07448481.1992.9936280

Decker, M.R., Wood, S.N., Ndinda, E. Yenokyan, G. Sinclair, J., Maksud, N., Ross. B., Omondi, B. y Ndirangu, M.. Sexual violence among adolescent girls and young women in Malawi: a cluster-randomized controlled implementation trial of empowerment self-defense training. BMC Public Health, 18, 1341. https://doi.org/10.1186/s12889-018-6220-0

Delgado-Alvarez, C., & Sanchez-Prada, A. (2021). Stereotypes About Battered Women and Victim's Self-Defense: Legal Implications. Journal of Interpersonal Violence, 088626052110551. https://doi.org/10.1177/08862605211055154

Downs, W. R., Rindels, B., & Atkinson, C. (2007). Women's use of physical and nonphysical self-defense strategies during incidents of partner violence. Violence against women, 13(1), 28-45. https://doi.org/10.1177/1077801206294807

Follingstad, D. R., Brondino, M. J., & Kleinfelter, K. J. (1996). Reputation and behavior of battered women who kill their partners: Do these variables negate self-defense? Journal of Family Violence, 11(3), 251–267. https://doi.org/10.1007/BF02336944

Follow, G. (2021). Comparing Girls' and Boys' Lived Bodies of Middle School Students in Self-Defense Utilizing Participant Observation. The Qualitative Report. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2021.4773

Formby, S. K., Medlin, D., & Ellington, V. B. (2017). Microsoft Excel®: is it an important job skill for college graduates?. Information Systems Education Journal, 15(3), 55.

Fridel, E. E. (2022). Coercive Control or Self-Defense? Examining Firearm use in Male- and Female-Perpetrated Intimate Partner Homicide - Emma E. Fridel, Gregory M. Zimmerman, 2022. Journal of Research in Crime and Delinquency. https://doi.org/10.1177/00224278221113564

Fridel, E. E. y Zimmerman, G. M. (2023). Coercive Control or Self-Defense? Examining Firearm use in Male- and Female-Perpetrated Intimate Partner Homicide. Journal of Research in Crime and Delinquency. https://doi.org/10.1177/00224278221113564

Hollander, J. A. (2014). Does Self-Defense Training Prevent Sexual Violence Against Women? Violence Against Women, 20(3), 252–269. https://doi.org/10.1177/1077801214526046

Hollander, J. A. (2004). I Can Take Care of Myself. Violence Against Women, 10(3), 205–235. https://doi.org/10.1177/1077801203256202

Jordan, J., & Mossman, E. (2018). "Back Off Buddy, This Is My Body, Not Yours": Empowering Girls Through Self-Defense. Violence Against Women, 24(13), 1591–1613. https://doi.org/10.1177/1077801217741217

Jordan, J., & Mossman, E. (2019). "Get Out of My Home and Don't Come Back!" Empowering Women Through Self-Defense. Violence Against Women, 25(3), 313–336. https://doi.org/10.1177/1077801218768712

Lachenal, P. (2014). Beauty, the Beast, and the Baseball Bat: Ethnography of Self-Defense Training for Upper-Class Women in Revolutionary Cairo (Egypt). Comparative Sociology, 13(1), 58–77. https://doi.org/10.1163/15691330-12341294

Langen, T. T. (2005). Gender power imbalance on women's capacity to negotiate self-protection against HIV/AIDS in Botswana and South Africa. African Health Sciences, 5(3), pp. 188-197

Lynch, K. R. (2020). Female firepower: Gun ownership for self-protection among female intimate partner violence victims. Violence and gender, 7(1), 19-26. https://doi.org/10.1089/vio.2019.0037

Moore, C. D. y Waterman, C. K. (1999). Predicting self-protection against sexual assault in dating relationships among heterosexual men and women, gay men, lesbians, and bisexuals. Journal of College Student Development, 40(2), 132-140.

Morán, J. L. Z. (2011). Defiendete mujer: guía de defensa personal femenina. Palibrio

Page, MJ, McKenzie, JE, Bossuyt, PM, Boutron, I., Hoffmann, TC, Mulrow, CD, ... & Moher, D. (2021). La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para informar revisiones sistemáticas. Revista internacional de cirugía , 88 , 105906. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906

Reekie, G. y Wilson, P. (1993). Rape, resistance and women's rights of self-defence, Australian & New Zealand Journal of Criminology, 26(2), 146-154. https://doi.org/10.1177/000486589302600204

Saunders, D. G. (1986). When Battered Women Use Violence: Husband-Abuse or Self-Defense? Violence and Victims, 1(1), 47–60. https://doi.org/10.1891/0886-6708.1.1.47

Sen, A. (2019). "Teach Your Girls to Stab, Not Sing": Right-Wing Activism, Public Knife Distribution, and the Politics of Gendered Self-Defense in Mumbai, India. Signs: Journal of Women in Culture and Society, 44(3), 743–770. https://doi.org/10.1086/701159

Sorenson, S. B., & Wiebe, D. J. (2004). Weapons in the lives of battered women. American Journal of Public Health, 94(8), 1412-1417

Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. scientometrics, 84(2), 523-538. DOI 10.1007/s11192-009-0146-3

Veletsianos, G., Houlden, S., Hodson, J., & Gosse, C. (2018). Women scholars' experiences with online harassment and abuse: Self-protection, resistance, acceptance, and self-blame. New Media & Society, 20(12), 4689–4708. https://doi.org/10.1177/1461444818781324

Vieira, E., & Gomes, J. (2009). A comparison of Scopus and Web of Science for a typical university. Scientometrics, 81(2), 587-600. https://doi.org/10.1007/s11192-009-2178-0

Weitlauf, J. C., Smith, R. E., & Cervone, D. (2000). Generalization effects of coping-skills training: Influence of self-defense training on women's efficacy beliefs, assertiveness, and aggression. Journal of Applied Psychology, 85(4), 625–633. https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.4.625

Weisz, A. N., & Schell, M. (2019). Responding to Intimate Partner Violence: Urban Women's Decisions About Getting Personal Protection Orders When Other Resources are Scarce. Violence against Women, 26(10), 107780121985453. https://doi.org/10.1177/1077801219854537

Wolbers, H., & Ackerman, J. (2020). The degree of specialization among female partner violence offenders and the role of self-defense in its explanation. Victims & Offenders, 15(2), 197-217. https://doi.org/10.1080/15564886.2019.1671280

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

Recebido/Submission: 03/06/2023
Aceitação/Acceptance: 07/08/2023

# Análisis predictivo exploratorio para determinar la pertinencia de programas de educación superior a partir de la oferta académica nacional

Betsy Mary Estrada Perea[1], Víctor Ignacio López-Ríos[2], Érica Alexandra Correa Pérez[3]

bmestrada@correo.iue.edu.co, vilopez@unal.edu.co, eacorrea@correo.iue.edu.co

[1,3] Institución Universitaria de Envigado, Carrera 27 B No. 39 A Sur 57 Envigado – Colombia, 055422, Envigado, Colombia.

[2] Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Estadística, Carrera 65 Nro. 59A – 110, 50034, Medellín, Colombia.

**Pages: 391-405**

**Resumen:** Una educación superior pertinente favorece la empleabilidad de los profesionales, soluciona problemáticas del entorno y reduce la desigualdad. En este artículo se presenta un análisis descriptivo de aproximadamente 27840 programas académicos de educación superior y un análisis predictivo exploratorio para determinar la pertinencia de éstos a partir de la oferta académica nacional. Los datos se obtienen del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, que contiene los registros de los programas académicos ofertados en el país. Los resultados permiten identificar algunas preferencias de los inscritos y matriculados en los programas de educación superior en cuanto al sector de la institución que oferta el programa y el área de conocimiento del programa académico. Estos resultados constituyen un insumo para apoyar la toma de decisiones de Instituciones de Educación Superior en temas relacionados con el diseño curricular de nuevos programas académicos y la renovación de diseños curriculares de programas existentes.

**Palabras-clave:** diseño curricular; educación superior; modelo predictivo; pertinencia; programa académico.

## *Exploratory predictive analysis to determine the relevance of higher education programs based on the national academic offer*

***Abstract:*** A relevant higher education favors the employability of professionals, solves environmental problems and reduces inequalities. This paper presents a descriptive analysis of approximately 27,840 higher education academic programs and an exploratory predictive analysis to determine their relevance based on the national academic offer. The data is obtained from the National Higher Education Information System, which contains the records of the academic programs offered in the country. The results allow us to identify some preferences of those registered and enrolled in higher education programs in terms of the sector of the institution that offers the program and the area of knowledge of the academic program. Such

results constitute an input to support the decision-making of Higher Education Institutions on issues related to the curricular design of new academic programs and the renewal of curricular designs of existing programs

***Keywords:*** descriptive análisis; higher education; exploratory predictive model; relevance; academic program.

## 1. Introducción

Las características culturales de una población constituyen ejes fundamentales en la planificación y posterior diseño curricular de programas académicos de educación superior, favoreciendo la apropiación de tal población y la pertinencia, no s**ó**lo en el contexto educativo, sino también en el económico y social. En este sentido, un programa académico pertinente reconoce las condiciones propias de los estudiantes y los prepara para su inserción al mundo laboral; adicionalmente responde a las necesidades y expectativas del entorno social y productivo.

Diseñar y ofertar programas de educación superior pertinentes posibilita el aumento de graduados con condiciones de calidad, facilita la igualdad de oportunidades y da respuesta a las demandas y expectativas de la sociedad (Aguayo *et al.,* 2022); disminuyendo también el desempleo, los niveles de pobreza y la inseguridad. Colombia necesita una educación superior de calidad que cubra las necesidades de talento humano, que propenda por el desarrollo, la innovación y la transformación de los sectores industriales para alcanzar los objetivos propuestos concernientes a la productividad y la equidad.

Por lo anterior, el propósito del presente estudio es determinar la pertinencia de programas académicos de educación superior a partir de la oferta nacional, teniendo en cuenta los datos almacenados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) correspondiente a las instituciones y a los programas que cada una de las instituciones ofrece.

Para este estudio, la metodología utilizada tuvo en cuenta varios aspectos: una conceptualización del diseño curricular pertinente en educación superior, un análisis descriptivo de los datos almacenados en el SNIES y la aplicación de un método estadístico multivariado para identificar las variables determinantes de la pertinencia de los programas académicos de pregrado. Como parte de la metodología se definieron clústeres por área de conocimiento, género y metodología.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en la segunda sección se presenta el método empleado para el desarrollo de la investigación; en la sección siguiente se muestran los resultados del análisis descriptivo y de la técnica predictiva de estadística multivariada; luego, en la cuarta sección se discuten dichos resultados; por último, se dan a conocer las conclusiones del estudio y el trabajo futuro.

## 2. Método

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un análisis predictivo a partir de la oferta académica en educación superior en el país. Para esto se realizan diversos análisis

descriptivos de las bases de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), que contiene información de aproximadamente 27840 programas académicos con más de 44 mil registros obtenidos a partir de la unión de diferentes bases de datos del SNIES.

Se hace énfasis en el número total de inscritos, admitidos y graduados en las diferentes instituciones de educación superior en Colombia, por área de conocimiento (Agronomía, Veterinaria y afines; Bellas Artes; Ciencias de la Educación; Ciencias de la Salud; Ciencias Sociales y Humanas; Economía, Administración, Contaduría y afines; Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines; Matemáticas y Ciencias Naturales), por sector de la institución (oficial o privada), por la metodología utilizada según el área de conocimiento(presencial, no presencial o presencial-virtual), el semestre del respectivo año (1 o 2: primer o segundo semestre del año respectivo), año en el cual se toma el registro (2007-2021), género al cual pertenecen los registros (femenino, masculino).

Las bases de datos fueron obtenidas de la página del SNIES (https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/) por cada año para los admitidos, los inscritos y los graduados. Luego, se consolidaron en una sola base de datos, y dado el gran número de valores faltantes en diferentes variables de varias instituciones de Educación Superior, se decide agrupar los registros por áreas de conocimiento y de esta forma reducir los datos faltantes.

El desarrollo de la investigación es de tipo cuantitativo y alcance descriptivo, con unidades de análisis correspondientes a los registros de inscritos, admitidos, matriculados y graduados. Además, se aplica un método estadístico multivariado para la identificación de las variables determinantes de la pertinencia de los programas académicos de pregrado. En este sentido, se definen clústeres usando la técnica de segmentación jerárquica. Lo anterior, se desarrolla en el marco del método CRISP_DM compuesto por las fases: comprensión del negocio, entendimiento de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue (ver Figura 1).




Figura 1 – Método CRISP_DM. Adaptado de Hernández et al. (2004)

Este método ofrece ventajas tales como la adaptabilidad del uso de diversas herramientas tecnológicas y la independencia del dominio de aplicación (Espinosa-Zúñiga, 2020). Con el seguimiento de este método se espera identificar variables significativas y aspectos relevantes en el escalamiento de un análisis más detallado sobre la pertinencia de programas de educación superior.

## 3. Resultados

Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN), una definición de pertinencia es viene a propósito o que guarda relación o afinidad con algo; por lo anterior, se puede hacer referencia a ella con términos como: acertado, adecuado, apropiado, conveniente, congruente, correspondiente, debido y eficaz. La calidad de la educación es causada por la pertinencia de los programas académicos ofertados por las instituciones. Puesto que la pertinencia retroalimenta la competitividad y el desarrollo humano beneficiando a los egresados de los programas, a las instituciones que los ofrecen y al sector productivo. En el análisis de la pertinencia curricular de programas académicos se consideran entre otros aspectos: los datos sociodemográficos de la población relacionada con el programa (inscritos, admitidos, egresados), así como la oferta y la demanda de programas académicos (MEN, 2023).

Como parte del análisis de los datos almacenados en el SNIES, se realizan diversas comparaciones presentadas en las Figuras 2 a 8. Inicialmente se observa que, entre el año 2007 y el año 2021, del número total de inscritos a Instituciones de Educación Superior (IES) en Colombia, el 67% lo hacen en instituciones oficiales. En cuanto a los admitidos, mientras las instituciones oficiales admiten aproximadamente el 44% de los inscritos, las privadas admiten un 81% de estos. Esta información puede visualizarse en la Figura 2.

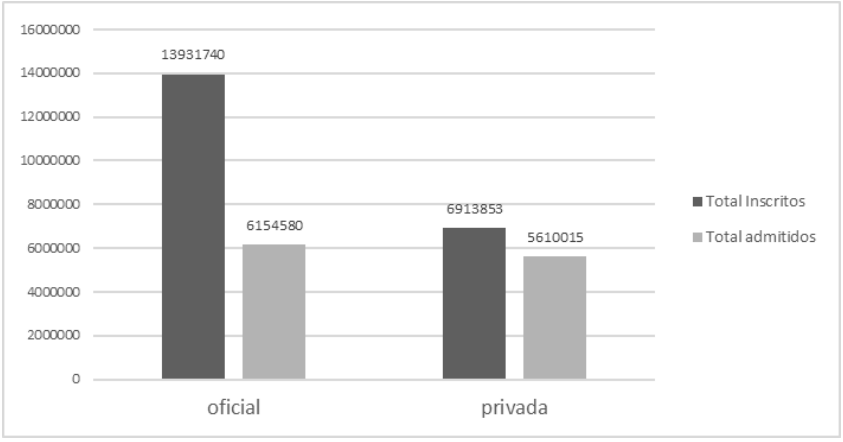



Figura 2 – Comparativo Total inscritos -Total admitidos según sector de las Instituciones de Educación Superior en Colombia periodo 2007-2021. Elaboración propia

Al clasificar el total de inscritos por área de conocimiento, según el sector de la institución, se encuentra que, en ambos sectores, tanto oficial como privado, la mayoría de los estudiantes se inscriben en programas relacionados con el área de conocimiento que agrupa Economía, Administración, Contaduría y afines y el área de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Esto puede visualizarse en la Figura 3.

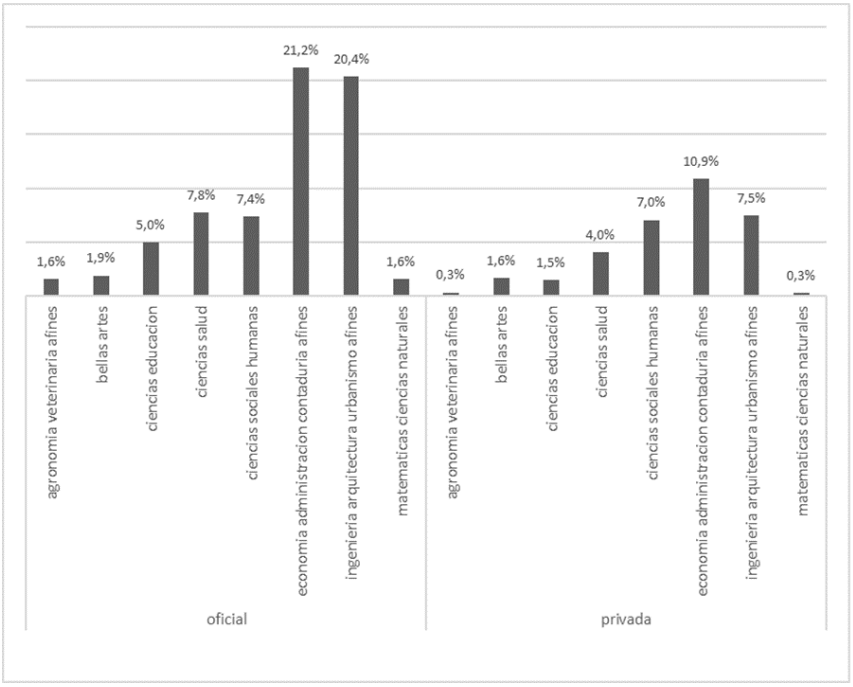



Figura 3 – Porcentaje de Inscritos según área de conocimiento y por sector de la Institución de Educación Superior en el periodo 2007 -2021. Elaboración propia.

Se nota una diferencia apreciable entre el número total de inscritos y de admitidos en cada una de las ocho áreas de conocimiento en el periodo bajo análisis (2007-2021), sin diferenciar por el sector de la Institución, ver Figura 4. Se estima que, aproximadamente, un 40% de los estudiantes que se inscribieron a las IES no logran ser admitidos.

Históricamente el área de conocimiento de mayor demanda es Economía, Administración, Contaduría y afines, seguida del área de Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines. Por otra parte, las áreas de conocimiento menos demandadas en Educación Superior son Agronomía, Veterinaria y afines y el área de conocimiento en Matemáticas y Ciencias Naturales, ver Figura 4.

Al analizar el total de inscritos y el total de admitidos cada año, se observa que, en algunos años (2011, 2019 y 2020), más del 50% de los aspirantes que se inscribieron a

una IES no fueron admitidos y en los demás años este porcentaje está por encima del 40%, ver Figura 5.

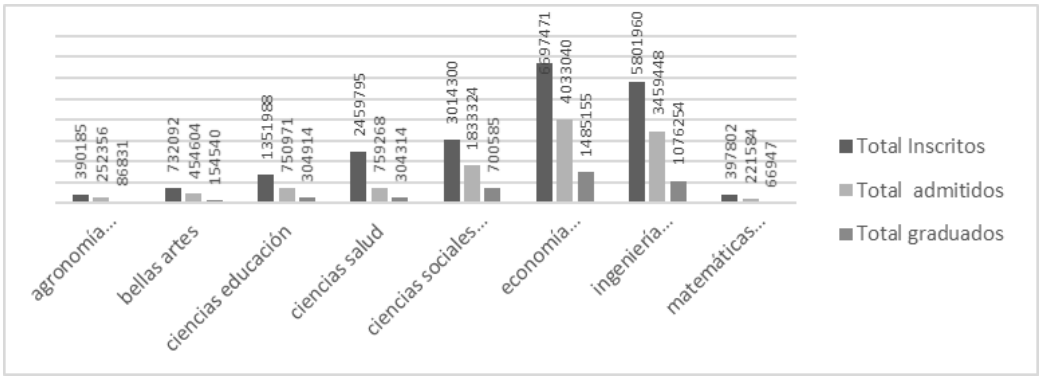



Figura 4 – Totales de inscritos, admitidos y graduados en Instituciones de Educación Superior en Colombia entre 2007 y 2021 por área de conocimiento. Elaboración propia

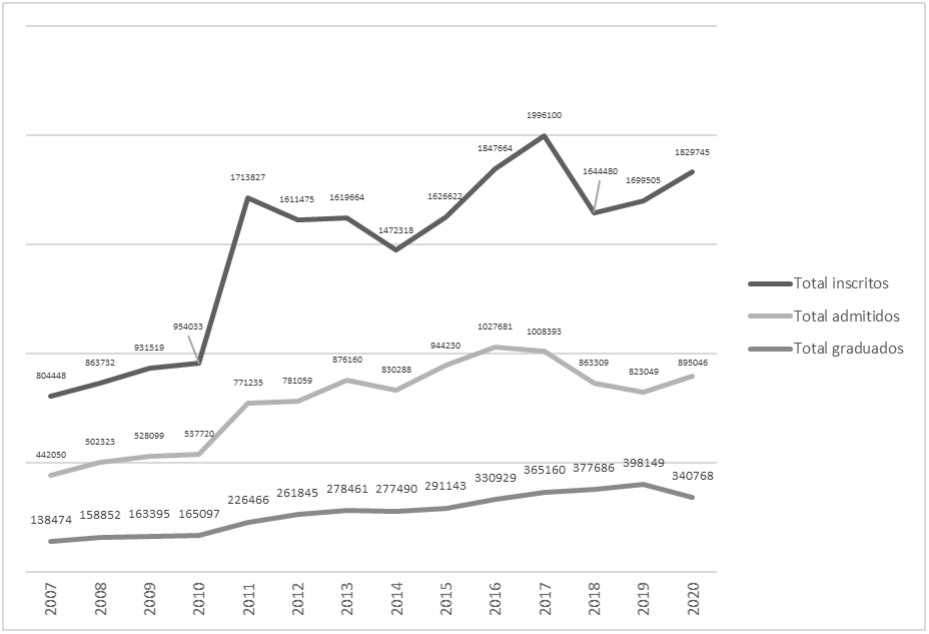



Figura 5 – Comportamiento anual del total de estudiantes inscritos, admitidos y graduados con periodicidad anual desde el 2007 hasta 2020. Elaboración propia.

Al hacer la comparación de los porcentajes de admitidos según el género en cada área de conocimiento se observan porcentajes muy similares (alrededor del 50%) en las áreas de conocimiento de Matemáticas, Ciencias Naturales y en el área de Bellas Artes, notándose porcentajes mayores en el género masculino para las áreas de conocimiento de: Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines y en el área de Agronomía, Veterinaria y afines; mientras se observa un mayor porcentaje de mujeres admitidas en cuatro de las ocho áreas de conocimiento en orden descendente: Ciencias de la Salud; Ciencias Educación; Economía, Administración, Contaduría afines; Ciencias Sociales Humanas, ver Figura 6.

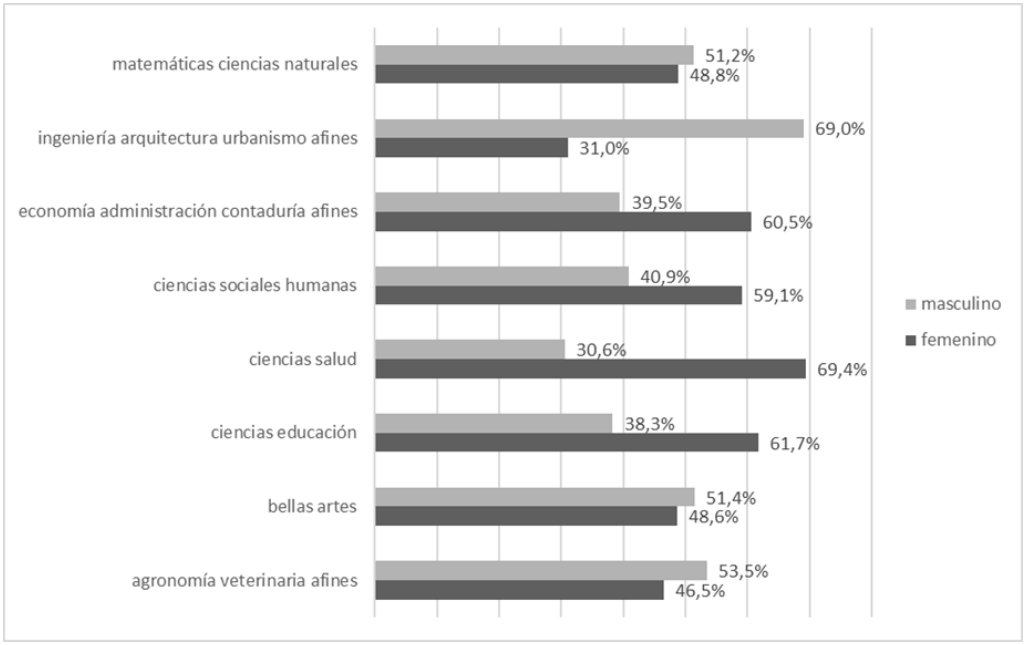



Figura 6 – Porcentaje de estudiantes admitidos por área de conocimiento y diferenciados por género entre 2007-2021. Elaboración propia.

Hay una pequeña diferencia cuando esta comparación se realiza por el sector de las IES, donde en las IES privadas también el porcentaje de mujeres que fueron admitidas en el área de conocimiento Matemáticas Ciencias Naturales es mayor, ver Figura 7. En cuanto a los graduados, se evidencia que, en general, en el segundo semestre de cada año el número de graduados es mayor que en el primer semestre, además de observar una tendencia creciente en el número de graduados por semestre, ver Figura 8.

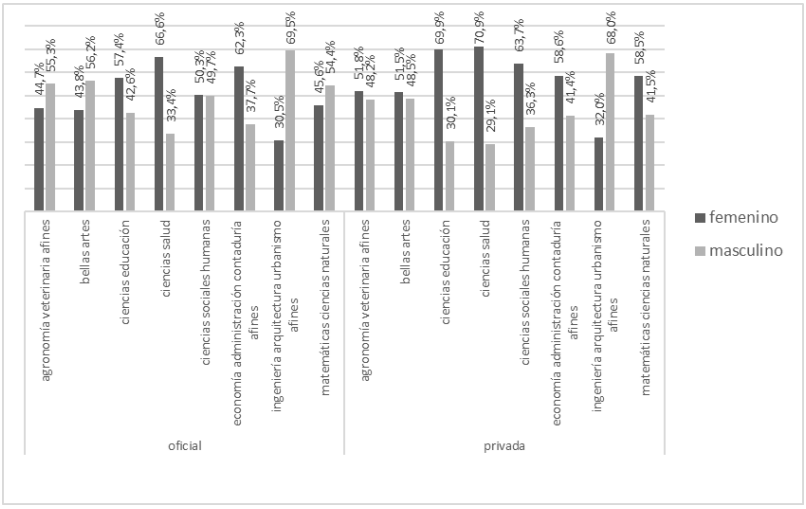



Figura 7 – Porcentaje de estudiantes admitidos por sector y área de conocimiento y diferenciados por género entre 2007-2021. Elaboración propia

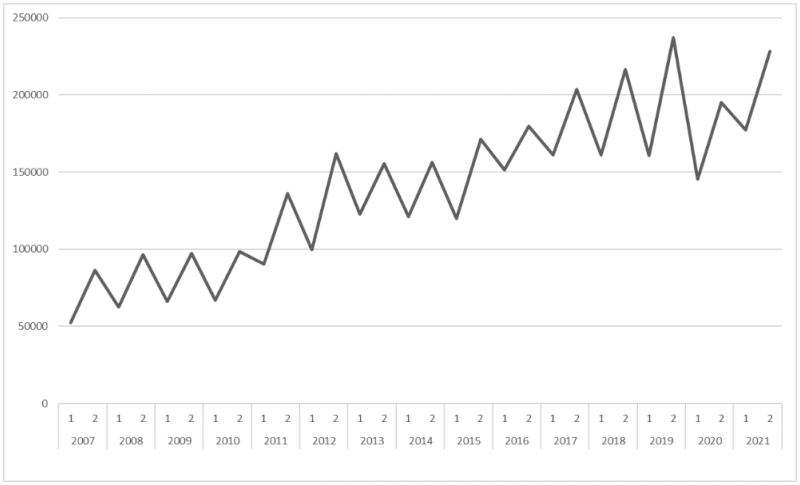



Figura 8 – Número total de estudiantes graduados en el primer y segundo semestre – periodo 2007-2021. Elaboración propia.

Al hacer la comparación por áreas de conocimiento, iniciando con las tres áreas de conocimiento con mayor número de graduados por semestre (Ciencias Sociales Humanas; Economía Administración Contaduría afines; Ingeniería Arquitectura Urbanismo afines), se observa un comportamiento muy similar en los primeros

cuatro años, 2007-I a 2011-I, y a partir del 2011-II se presenta gran variación, con tendencia creciente, en el número de graduados entre estas tres áreas del conocimiento, ver Figura 9.

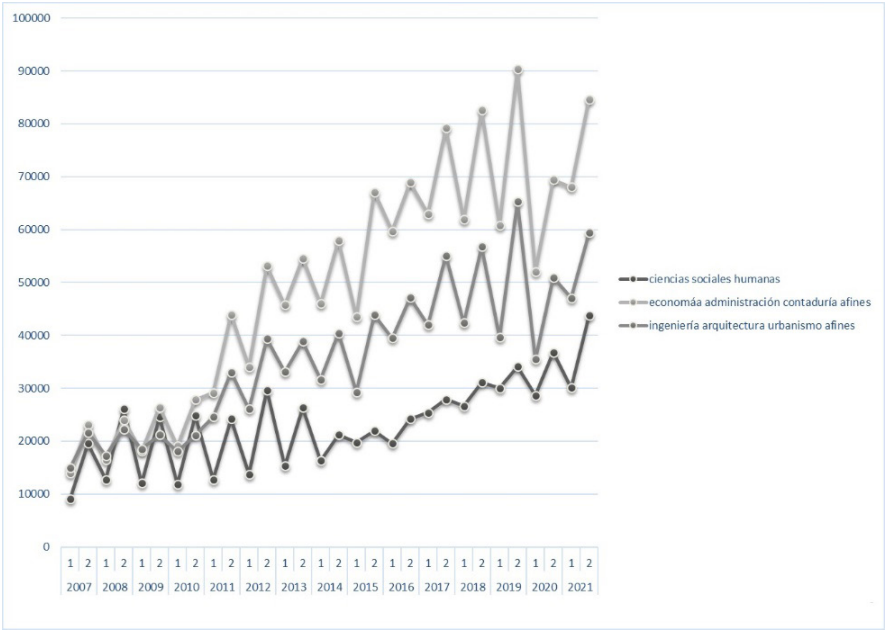



Figura 9 – Número total de graduados por semestre y por área de conocimiento (con mayor frecuencia) en el periodo 2007-2021. Elaboración propia.

En las otras cinco áreas de conocimiento, se presentan comportamientos diferenciados, por ejemplo, se nota un comportamiento muy similar entre el número total de graduados de las áreas de conocimiento Ciencias Salud y Ciencias Educación, presentando el mayor número de graduados entre las cinco áreas consideradas. El menor número de graduados en todos los semestres se presenta en Matemáticas Ciencias Naturales, correspondiente al área de conocimiento con el menor número de admitidos e inscritos, seguido por Agronomía Veterinaria afines, ver Figura 10.

Finalmente, dado que no se cuenta con información acerca del número de graduados por cohorte en las IES, en el periodo bajo consideración, y así calcular el porcentaje o tasa de graduados (TG) en las IES por cada semestre, se propone el cálculo de un estimador de esta tasa a partir del número de admitidos en el semestre t y el número de estudiantes graduados en el semestre t+14. El valor de 14 semestres es un estimativo del número promedio de semestres que un estudiante matricula antes de graduarse en una IES, ver [1], un estimativo para la TG en el semestre t (TGt) se calcula a partir de la expresión (1), donde t=1 hace referencia al primer semestre del año 2007 (2007 S1), y t=16 corresponde al segundo semestre del año 2014 (2014 S2).

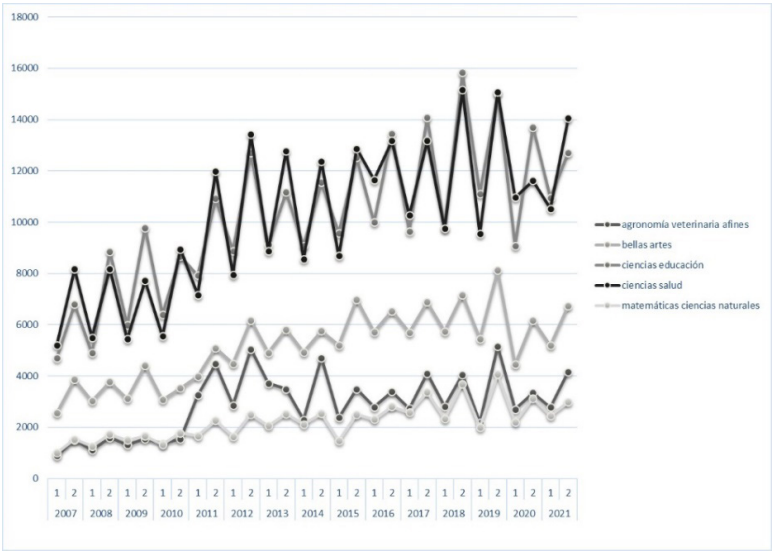



Figura 10 – Número total de graduados por semestre y por área de conocimiento (con menor frecuencia) en el periodo 2007-2021. Elaboración propia.

$$TG_t = \frac{A_t}{G_{t+14}}, \qquad t = 1,2,\ldots,16 \tag{1}$$

Se observa que la tasa de graduados hasta el segundo semestre del 2010 osciló alrededor del 65%, a partir de este semestre esta tasa de graduados tuvo un descenso pasando de aproximadamente el 90% a un valor del 40%, entre los periodos 2011S1 y 2013S1 esta tasa osciló entre el 40% y el 70% y luego esta tasa tuvo una tendencia creciente, ver Figura 11.

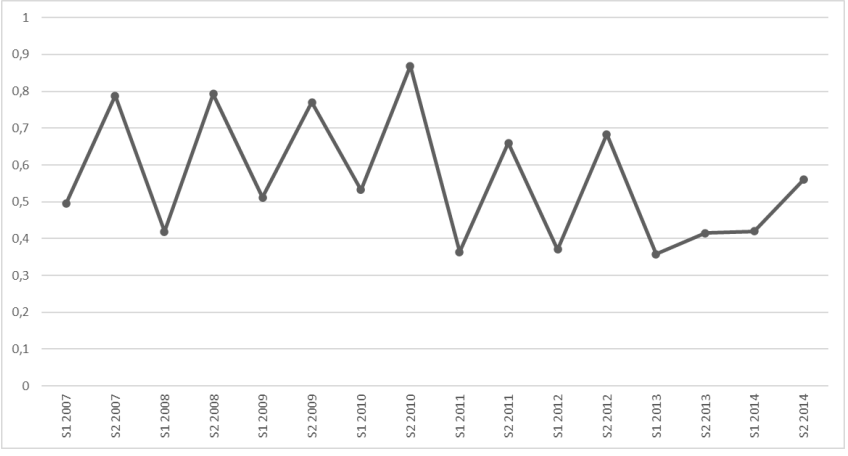



Figura 11 – Tasa de graduados en las IES de Colombia en el periodo 2007 al 2014. Elaboración propia.

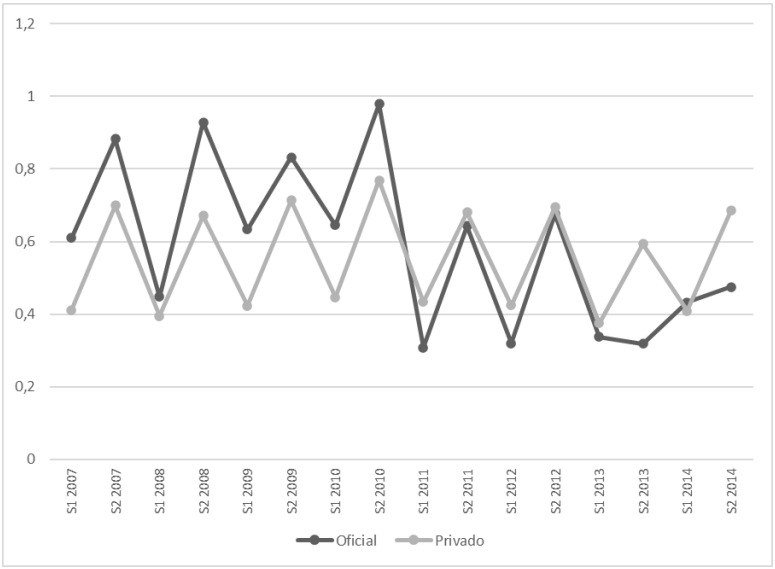



Figura 12 – Tasa de graduados en las IES de Colombia en el periodo 2007 al 2014 por sector. Elaboración propia

Al hacer la comparación de esta tasa de graduación por sector, ésta es mayor en el sector oficial entre el primer semestre del 2007 y segundo semestre 2010, posterior a este semestre la tasa de graduados fue inferior en las IES del sector oficial comparado con las IES en el sector privado en los primeros semestres del 2011, 2012 y segundo semestre del 2013 y 2014, en los demás semestres esta tasa de graduados es muy similar (ver Figura 12).

Por último, se realiza un análisis predictivo mediante la técnica de clasificación jerárquica, empleando el programa SPSS y siendo 2 la cantidad de clústeres con mejor distribución de los programas académicos de pregrado ofertados en las ciudades de Medellín y Envigado. Se emplea, además, el análisis de medias para las variables métricas con el objeto de identificar que tan significativas son tales variables en la descripción de ambos clústeres. A partir de los clústeres, se establece que el número de períodos de duración de los programas es una variable que poco cambia su valor, según el análisis de medias. En cambio, el costo de la matrícula y la cantidad de años de existencia del programa son variables significativas para la clasificación, según la tabla de Anova que se presenta (ver Figura 13).

Los programas académicos pertenecientes al primer clúster tienen un costo de matrícula superior, pero son los que más perduran en el tiempo. Sin embargo, el clúster 2 cuenta con mayor porcentaje de programas académicos acreditados en alta calidad (76%) en comparación con el clúster 1 donde únicamente 38% de los programas cuenta con dicho reconocimiento. Adicionalmente, se usan tablas cruzadas para analizar las frecuencias de las variables categóricas en relación con los clústeres definidos.

| | | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NÚMERO_CRÉDITOS * Average Linkage (Between Groups) | Entre grupos | (Combinado) | 2573,834 | 1 | 2573,834 | 6,122 | ,015 |
| | Dentro de grupos | | 54238,181 | 129 | 420,451 | | |
| | Total | | 56812,015 | 130 | | | |
| NÚMERO_PERIODOS_DE_DURACIÓN * Average Linkage (Between Groups) | Entre grupos | (Combinado) | ,338 | 1 | ,338 | ,350 | ,555 |
| | Dentro de grupos | | 124,410 | 129 | ,964 | | |
| | Total | | 124,748 | 130 | | | |
| COSTO_MATRÍCULA_ESTUD_NUEVOS * Average Linkage (Between Groups) | Entre grupos | (Combinado) | 6,112E+13 | 1 | 6,112E+13 | 106,201 | ,000 |
| | Dentro de grupos | | 7,424E+13 | 129 | 5,755E+11 | | |
| | Total | | 1,354E+14 | 130 | | | |
| AñosExistencia * Average Linkage (Between Groups) | Entre grupos | (Combinado) | 1938,116 | 1 | 1938,116 | 29,689 | ,000 |
| | Dentro de grupos | | 8421,082 | 129 | 65,280 | | |
| | Total | | 10359,198 | 130 | | | |

Figura 13 – Tabla de Anova de la clasificación jerárquica.

## 4. Discusión

En cuanto a los resultados y su discusión, se realizan análisis comparativos con otros estudios. En ese sentido, Hassan et al. (2022) buscan mejorar la precisión y el tiempo de respuesta en la predicción del promedio de calificaciones (GPA) de un grupo de estudiantes. En el estudio se utiliza un modelo híbrido que combina la fase de agrupación de k-medias según la similitud de los estudiantes con la predicción basada en la regresión.

En otro estudio, Jaguaco *et al.* (2022) realizan un estudio para establecer si el apoyo social y la autoeficacia general permiten estimar la calidad de vida en el trabajo de un grupo de docentes, puesto que la calidad de vida de los docentes de una institución influye en la calidad de la educación que imparten. En el estudio participan 300 docentes ecuatorianos con edades comprendidas entre 21 y 64 años. Para el análisis predictivo se emplea un modelo de regresión lineal que identifica al apoyo social y a la autosuficiencia como variables predictoras de la calidad de vida en el trabajo de tales docentes.

Ding *et al.* (2022) presentan un estudio exploratorio para determinar si el uso de algunas estrategias de enseñanza-aprendizaje tales como ejemplos elaborados, representaciones y preguntas profundas predice el aprendizaje de los estudiantes de álgebra. La muestra incluye 569 estudiantes de los Estados Unidos y China. Como resultado del análisis se evidencia que la implementación de ejemplos resueltos, representaciones y preguntas profundas se relacionaron positivamente con el aprendizaje de los estudiantes de álgebra. En el estudio se emplea un modelo de regresión lineal jerárquica para confirmar los resultados obtenidos.

Bulla (2020) plantea un modelo de predicción para conocer la cantidad de estudiantes que se matricularían en los programas académicos que oferta la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional. En consecuencia, se emplea un modelo por mínimos cuadrados generalizados factibles a través de la metodología de datos de panel. Los resultados del análisis indican que gran cantidad de los estudiantes inscritos en las asignaturas de Ciencias egresaron de colegios públicos, cuentan con una beca y laboran.

Además, los factores que más influyen en el momento de la matrícula están relacionados con el estudiante y la asignatura. Los factores que menos influyen están asociados con las características del docente, por ejemplo, los años de experiencia. El estudio pronostica un aumento, para los años siguientes, en la cantidad de matriculados en todos los programas académicos excepto en algunos períodos del programa de Economía.

Tobón (2019) emplea el modelo ARIMA y la metodología Box Jenkins en el diseño de un modelo de predicción para estimar la cantidad de matriculados en el primer curso de pregrado de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco ubicada en la ciudad de Cartagena. Este estudio se desarrolla por la preocupante tendencia a la baja en la cantidad de matriculados en diferentes programas académicos ofertados en el departamento de Bolivar, pero los resultados de las predicciones muestran lo contrario, al no presentar una disminución notable en la demanda de los programas académicos en los próximos tres años. Para el desarrollo del modelo predictivo se emplearon registros de matriculados desde el primer semestre del año 2001 hasta el segundo semestre del año 2018.

Palacios (2018) aplica la metodología propuesta por Box y Jenkins para generar un modelo SARIMA mediante el cual analiza, en el corto plazo, la serie de tiempos de la tasa de cobertura de educación superior del departamento de Casanare. Los resultados de esta investigación proporcionan información predictiva para que los entes gubernamentales y la comunidad en general comprendan qué tan asertivas son las políticas relacionadas con la cobertura de la educación superior en la región y en consecuencia tomen decisiones. Los resultados de las predicciones entre los años 2019 y 2022 indican un posible crecimiento, pero con fluctuaciones. Se espera que durante el período de tiempo contemplado en la investigación la cobertura esté por encima del 30%.

Ávila (2018) realiza un estudio de series temporales para describir la relación entre la inflación en educación superior y algunos factores de demanda en Colombia en el período de 1998 al 2017. En el estudio de tipo cuantitativo y alcance descriptivo se consideran el índice de precios al consumidor (IPC), el índice de costos de la educación superior y la teoría econométrica sobre series de tiempo. El diseño de la investigación es observacional, no experimental de tipo longitudinal. Como fuentes primarias de información se usaron reportes del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). Adicionalmente, se emplea el programa estadístico RStudio y el lenguaje R para el procesamiento de los datos.

Otros estudios que emplean modelos predictivos para estimar el rendimiento académico de estudiantes de educación superior son: Rico y Gaytán (2022) quienes proponen una metodología que emplea técnicas de aprendizaje automático para determinar el rendimiento académicos de estudiantes de ingeniería de una universidad mexicana. En el estudio participaron 228 estudiantes y se obtuvo una precisión del modelo de aproximadamente 65%. Rico (2022) realiza un estudio en el cual considera las calificaciones de diferentes actividades evaluativas para describir la tendencia del desempeño académico de 260 estudiantes universitarios mexicanos. La exactitud del modelo predictivo fue cercana a 70.5%. Ayala *et al.* (2021) emplean datos sociodemográficos y los resultados del examen de admisión de 415 universitarios matriculados en los programas académicos del área de computación de la Universidad

Autónoma de Yucatán en México. El objetivo del estudio es predecir el riesgo académico de los estudiantes y como resultados se obtiene una precisión del modelo del 75.42%.

Los anteriores estudios buscan analizar ciertas condiciones que apunten a mejorar la calidad de la educación, empleando técnicas predictivas. Aunque no todos estos estudios usan bases de datos gubernamentales para la extracción de la información a analizar, sí contribuyen al logro del ODS 4 Educación de calidad. En el mismo sentido, con el desarrollo de esta investigación se espera facilitar la toma de decisiones acerca del diseño curricular de nuevos programas académicos, la renovación de diseños curriculares y la acreditación de alta calidad de programas ya existentes.

## 5. Conclusiones

El análisis predictivo desarrollado, si bien es de corte exploratorio en términos de las variables y la muestra elegida, permite identificar la existencia de condiciones propicias para determinar la pertinencia de programas de educación superior a partir de la oferta académica nacional reflejada en la duración del programa en el tiempo y en el reconocimiento otorgado por el Ministerio de Educación Nacional. En consecuencia, el presente estudio representa una base de análisis para la consolidación de un modelo más robusto que posibilite una identificación más profunda de factores predictores y de características del programa académico que beneficien la pertinencia de su diseño curricular.

Los resultados obtenidos permiten identificar las variables reconocimiento del Ministerio, costo de la matrícula y años de existencia como posibles variables predictoras en el análisis de pertinencia de programas de pregrado del nivel universitario ofertados en las ciudades de Medellín y Envigado. El presente estudio provee una base preliminar para la toma de decisiones de las Instituciones de Educación Superior en temas relacionados con la creación, renovación y acreditación de programas de pregrado.

Contar con sistemas de información estatales para el registro, consulta y análisis de datos de forma confiable, facilita la interpretación y planteamiento de soluciones a problemáticas actuales que pongan de manifiesto el liderazgo de los entes gubernamentales. Por lo anterior, es importante la constante actualización de la información para que los interesados en la problemática puedan proponer estrategias que aporten en la toma de decisiones a cargo de los gobiernos. Es así como el uso de los análisis estadísticos y las técnicas de minería de datos permiten la interpretación sistémica de fenómenos sociales y sus efectos en el ámbito educativo.

## Referencias

Aguayo, R.; Lizarraga, C.; López-Bojórquez, M.; Quiñonez, Y. y Cabrera, A. (2022). Implementación de plan de contingencia ante la pandemia COVID-19 llamado rompiendo paradigmas docentes, *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologias de Información*, 45, 48-63

Ávila, A.E. (2018). Estudio de la Inflación en Educación Superior a partir del índice ICES y su relación con algunos factores de demanda en Colombia. Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/2100

Ayala, E.; López, R.E. y Menéndez, V.H. (2021). Modelos predictivos de riesgo académico en carreras de computación con minería de datos educativos. Revista de Educación a Distancia (RED), 21(66), https://doi.org/10.6018/red.463561

Bulla, E.S. (2020). Modelo de pronóstico para el número de estudiantes que se matricularían en las carreras ofertadas por la facultad de ciencias de la Escuela Politécnica Nacional. (Trabajo de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20732

Ding, M.; Byrnes, J.y Ke, X. (2022). Rethinking the Role of "Quality Instruction" in Predicting Algebraic Learning Within an Opportunity-Propensity Framework: An Exploratory Cross-Cultural Study, Journal of Educational Psychology, 115(2), 241 – 266, https://doi.org/10.1037/edu0000767

Espinosa-Zúñiga, J. J. (2020). Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública. Ingeniería Investigación y Tecnología, 21(1), 1- 17, http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21n1.008

Hassan, Y.M.; Elkorany, A. y Wassif, K. (2022). Utilizing Social Clustering-Based Regression Model for Predicting Student's GPA, IEEE Access, 10, 48948 – 48963, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3172438

Hernández, J., Ramírez, M. J., & Ferri, C. (2004). Introducción a la minería de datos. México D.F.: Pearson Educación S.A.

Jaguaco, D.; Turpo-Chaparro, J.; Vásquez-Villanueva, S. y Apaza-Romero, A. (2022). Social support and general self-efficacy: Two predictors of quality of life at work in Ecuadorian teachers, Frontiers in Education, 72(946723), doi: 10.3389/feduc.2022.946723

MEN. Ministerio de Educación Nacional. (2023). Orientaciones sobre el diseño curricular pertinente de programas de educación para el trabajo y el desarrollo humano, Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-380612_recurso_1.pdf

Palacios, C.M. (2018). Pronóstico de la tasa de cobertura de educación superior del departamento de Casanare desde 2019 hasta 2022 mediante un modelo SARIMA en series de tiempo. Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/2789

Rico A. (2022). Modelos predictivos progresivos del rendimiento académico de estudiantes universitarios, Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12(24), https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1196

Rico A. y Gaytán N. (2022). Modelos predictivos del rendimiento académico a partir de características de estudiantes de ingeniería, IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, 13(e1426), https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1426

Tobón, J.E. (2019). Desarrollo de un modelo de pronóstico en la metodología de Box-Jenkins para la demanda de estudiantes de pregrado de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco de la ciudad de Cartagena de indias desde 2002 a 2018. Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/2792

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

Recebido/Submission: 16/05/2023
Aceitação/Acceptance: 25/07/2023

# Análisis Vibracional Infrarrojo y Raman de Materiales Altamente Energéticos Con Quimiometria

Jorge L. Plata Enríquez[1], John R. Castro-Suarez[2], María A. Villareal Blanco[1], Wilmer Carrión-Roca[1], Annette M. Colón-Mercado[1], José A. Centeno[1], Samuel P. Hernández-Rivera[1]

**johncastrosuarez@gmail.com; samuel.hernandez3@upr.edu**

[1] Centro Químico de Sensores/Centro de Imágenes Químicas y Análisis de Superficies, Departamento de Química, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez, PR 00681, Mayagüez, EE. UU.

[2] Área de Básicas Exactas, Universidad del Sinú, Cartagena, Colombia.

**Pages: 406-424**

**Resumen:** La detección de materiales altamente energéticos (HEM), también llamados explosivos, es un tema de interés en todo el mundo. Cada año se pierden muchas vidas y bienes debido al uso inadecuado de estas sustancias. Esta investigación utiliza una metodología analítica basada en la espectroscopia vibracional tales como infrarroja (IR) y Raman para detectar explosivos. Se utilizaron como espectros de referencia los de TNT, DNT, PETN y RDX para las detecciones en modo IR y Raman. Las muestras utilizadas fueron superficies metálicas y muestras sólidas que contenían HEMs. Se detectaron bandas vibracionales Raman e infrarrojas. Se analizaron con esta metodología 14 muestras sólidas de composición desconocida. Se realizaron análisis cuantitativos comparativos basados en el índice de correlación espectral. Se realizaron análisis multivariantes supervisados, como el PLS-DA. Los resultados muestran que la espectroscopia IR y Raman es útil para identificar si una muestra tiene algún HEM.

**Palabras-clave:** Detección de materiales altamente energéticos; espectroscopia infrarroja; espectroscopia Raman; HQI, análisis discriminante PLS-DA.

## *Infrared and Raman vibrational analysis of high energy materials with chemometrics*

***Abstract:*** The detection of highly energetic materials (HEM), also called explosives, is a topic of worldwide interest. Every year many lives and property are lost due to the improper use of these substances. This research uses an analytical methodology based on vibrational spectroscopy such as infrared (IR) and Raman to detect explosives. Reference spectra from TNT, DNT, PETN and RDX were used for IR and Raman mode detections. The samples used were metallic surfaces and solid samples containing HEMs. Raman and infrared vibrational bands were detected. Fourteen solid samples of unknown composition were analyzed with this methodology. Comparative quantitative analyses based on the spectral correlation index were performed. Supervised multivariate analyses, such as PLS-DA, were

performed. The results show that IR and Raman spectroscopy is useful to identify if a sample has any HEM.

***Keywords:*** Highly energetic materials detection, infrared spectroscopy, Raman spectroscopy, HQI, PLS-DA discriminant analysis.

## 1. Introducción

Un explosivo es una sustancia o artefacto que libera una gran cantidad de energía. Los explosivos son materiales que experimentan una reacción exotérmica rápida y violenta, produciendo una gran cantidad de gas y calor. Se utilizan habitualmente en la minería, la demolición, el ejército y la industria del entretenimiento. Los explosivos se clasifican en función de su sensibilidad, composición química y uso previsto. El sistema de clasificación más común se basa en la velocidad de detonación, que se utiliza para clasificar los explosivos en altos, bajos e intermedios. Los explosivos altos, como el TNT, el RDX y el PETN, pueden detonar a velocidades supersónicas, mientras que los explosivos bajos, como la pólvora, arden a velocidades subsónicas. Los explosivos intermedios, como el nitrato de amonio, se sitúan entre ambos. La clasificación de los explosivos es importante por razones de seguridad, ya que los distintos explosivos requieren diferentes procedimientos de manipulación y condiciones de almacenamiento (Amoore & Russel, 2019; Jai Prakash Agrawal & Robert Dale Hodgson, 2008; Othmer & Kirk, 2017, pp. 1–35).

La detección de explosivos es crucial para garantizar la seguridad pública y nacional. Los explosivos pueden causar importantes daños a la propiedad, las infraestructuras y la vida humana, lo que los convierte en un arma habitual para terroristas y otros delincuentes. Las tecnologías de detección de explosivos se utilizan para identificar y localizar materiales explosivos en diversos entornos, como aeropuertos, estaciones de tren y actos públicos. El desarrollo de nuevas tecnologías de detección y la mejora de las existentes son esenciales para hacer frente a la evolución de las amenazas. La detección adecuada de explosivos ayuda a prevenir posibles atentados y ayuda a las fuerzas de seguridad a identificar y procesar a los autores (Bhardwaj & Gupta, 2018; Moore, 2007; Wen et al., 2018).

Para detectar explosivos se utilizan varias técnicas analíticas, como las técnicas espectroscópicas, la cromatografía y la espectrometría de masas. Las técnicas espectroscópicas, como la espectroscopia Raman y la espectroscopia infrarroja, se utilizan para detectar la presencia de materiales explosivos basándose en sus espectros de absorción característicos. Las técnicas cromatográficas, como la cromatografía de gases (GC) y la cromatografía de líquidos a alta presión (HPLC), se utilizan para separar e identificar los componentes individuales de mezclas complejas, incluidos los explosivos. La espectrometría de masas identifica y cuantifica los compuestos en función de su relación masa-carga (Fountain et al., 2014; Stefanuto et al., 2015; McCulloch & Amo-González, 2019).

Otras técnicas de detección de explosivos son la difracción de rayos X, la espectrometría de movilidad de iones y los métodos electroquímicos. La difracción de rayos X se utiliza para identificar estructuras cristalinas de compuestos explosivos, mientras que la espectrometría de movilidad iónica y los métodos electroquímicos se emplean para

detectar rápidamente trazas de materiales explosivos (O'Flynn et al., 2013; Ewing, 2001; Yu et al., 2017).

La espectroscopia infrarroja es una potente técnica analítica para la detección de explosivos debido a su capacidad para proporcionar información molecular sobre la muestra. Funciona midiendo la absorción de radiación infrarroja por una molécula relacionada con los modos vibracionales de sus enlaces químicos (Mou & Rabalais, 2009).

La técnica se ha utilizado para detectar diversos explosivos, incluidos los nitroaromáticos, las nitraminas y los explosivos a base de peróxido. Los recientes avances en la espectroscopia de infrarrojos, como el desarrollo de instrumentos portátiles, la han convertido en una opción viable para la detección sobre el terreno. Una de las principales ventajas de la espectroscopia de infrarrojos es su capacidad para distinguir entre diferentes formas de explosivos, como los cristalinos de los amorfos. Esto puede ser importante para identificar explosivos caseros, que pueden no tener las mismas propiedades físicas que los explosivos disponibles en el mercado. Sin embargo, el uso de la espectroscopia de infrarrojos para la detección de explosivos también plantea problemas, como la interferencia de materiales de fondo y la necesidad de una preparación cuidadosa de las muestras. La espectroscopia infrarroja sigue siendo una técnica prometedora para la detección de explosivos (Hildenbrand et al., 2009; Castro-Suarez et al., 2023).

La detección e identificación de trazas de explosivos de gran potencia en fase sólida depositados sobre sustratos es crucial para detectar amenazas químicas y biológicas. Aunque se dispone de varios métodos y equipos, la espectroscopia de infrarrojo medio (MIR) con sonda de ángulo rasante (GAP) es la técnica más sensible para el análisis de trazas de residuos. Sin embargo, este método tiene limitaciones como los largos tiempos de integración y la dispersión y absorción de la luz. Los láseres de cascada cuántica (QCL) que operan en la región MIR son muy eficientes y presentan varias ventajas, como su elevada potencia de salida, su larga vida útil y su portabilidad. Una novedosa configuración desarrollada en nuestro laboratorio utiliza un QCL acoplado a una disposición óptica GAP compacta para espectroscopia infrarroja de reflexión-absorción (RAIRS), una de las técnicas analíticas más sensibles para el análisis de depósitos superficiales. El funcionamiento del QCL con un ángulo de incidencia rasante representa un uso potencial de esta técnica para alcanzar valores de detección de límite inferior. Este experimento puede mejorarse aún más acoplando los datos espectroscópicos a rutinas de análisis multivariante (MVA) para identificar, clasificar, discriminar y cuantificar los HEM. La deposición de la muestra mejora significativamente la distribución de la muestra en un sustrato [17-20]. (Castro-Suarez et al., 2013; Pacheco-Londoño et al., 2020; Primera-Pedrozo et al., 2009; Hernandez-Rivera & Pacheco-Londono., 2023)

Esta investigación utilizó espectroscopia vibracional infrarroja y Raman para detectar materiales altamente energéticos en sustratos metálicos y muestras sólidas obtenidas sobre el terreno. Se utilizaron sustratos de acero inoxidable (SS) debido a su alta reflectividad. Los resultados muestran que podemos determinar si una muestra tiene material altamente energético utilizando los algoritmos HQI (Hit Quality Index) y Análisis discriminante por mínimos cuadrados parciales (PLS-DA).

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Reactivos

Los reactivos utilizados en esta investigación incluyen sustancias estándar (o referencias) de materiales y disolventes altamente energéticos. El 2,4-dinitrotolueno (DNT) y el 2,4,6-trinitrotolueno (TNT) se adquirieron a Chemservice, Inc. (West Chester, PA). La 1,3,3,5-trinitroperhidro-1,3,5-triazina o hexahidrotrinitrotriazina (RDX) y el tetranitrato de pentaeritritol (PETN) se sintetizaron a microescala en el laboratorio, siguiendo el procedimiento descrito por Ledgard (Ledgard, 2007). Catorce muestras sólidas de composición desconocida obtenidas de presuntos artefactos explosivos improvisados se analizaron con FTIR. Las muestras se etiquetaron como SX, donde X es el número arábigo.

### 2.2. Adquisición de espectros de soluciones de PETN y RDX en QCL- GAP

La configuración GAP mostrada en la figura 1, una disposición óptica bajo patente US11567337B1, permite el acoplamiento a un espectrómetro basado en láser MIR. El diseño permite realizar mediciones de reflectancia con ángulos de incidencia elevados, lo que produce un efecto de doble paso acompañado de absorción por parte de las sustancias químicas o las muestras biológicas depositadas en los sustratos reflectantes MIR. Esta configuración incluye una sonda que hace pasar la luz MIR a través del área de muestreo dos veces, dando lugar a un punto en la superficie. A continuación, la luz se devuelve por reflexión a la superficie de la muestra, produciendo un punto ligeramente mayor en la misma posición. Esta modalidad de RAIRS es especialmente eficaz para películas y depósitos ópticamente finos.

El láser MIR es un espectrómetro QCL (LaserTune™, Block Engineering, Southborough, MA, EE. UU.) acoplado a un detector MCT con una potencia máxima de pico de 50 mW. Los ajustes utilizados son 10.88 μs de periodo de pulso, 440 ns de duración de pulso, 16 ns de retardo de muestra y 424 ns de anchura de muestra. El rango espectral va de 770 - 1850 $cm^{-1}$ con una resolución espectral de 0,5 a 4 $cm^{-1}$.

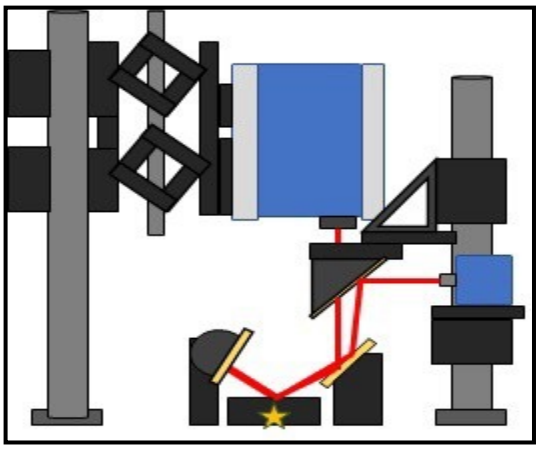


Figura 1 – Montaje optico de ángulo de rozamiento montada en un LaserTuneTM de Block Engineering (BE).

## 2.3. Preparación de las muestras y deposición sobre los sustratos de acero inoxidable

Soluciones de HEMs prepararon con una concentración de 500 ppm en acetonitrilo. El acetonitrilo se obtuvo en grado HPLC de Fisher scientific international (Chicago, EE. UU.).

Se utilizó un sustrato de acero inoxidable (SS) de 19 x 12 mm como referencia para la adquisición de espectros. Se tomó información espectral vibracional en cuatro puntos diferentes de la lámina, como se muestra en la figura 2. La solución de PETN se depositó en incrementos de 100 µl hasta 500 µl.

Se recogieron 10 espectros para cada punto con 5 barridos y 5 Co-Adds. La resolución espectral fue de 4 $cm^{-1}$, y se tomaron 200 espectros con la configuración QCL-GAP, como se ilustra en la Tabla 1.

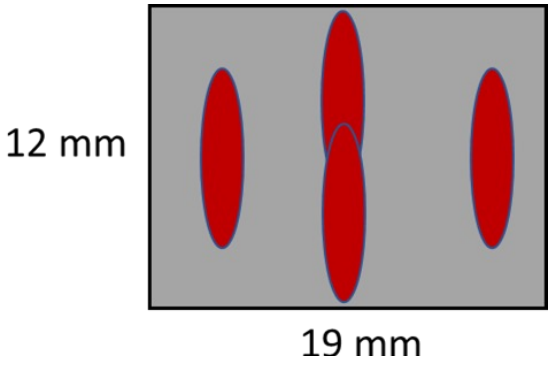



Figura 2 – Puntos utilizados en la adquisición del espectro.

| Volumen (µL) depositado | Número de espectros |
|---|---|
| 100 | 40 |
| 200 | 40 |
| 300 | 40 |
| 400 | 40 |
| 500 | 40 |
| Total | 200 |

Tabla 1 – Espectros totales adquiridos

## 2.4. Montaje experimental para el análisis de muestras sólidas mediante FTIR

Los espectros vibracionales infrarrojos de 4 explosivos sólidos de referencia y de las 14 muestras sólidas que se iban a analizar se adquirieron mediante espectroscopia infrarroja de reflectancia total atenuada (ATR-FTIR) utilizando el instrumento ALPHA- Platinum

FTIR Spectrometer. Los espectros infrarrojos se registraron en el rango espectral de 400-4000 $cm^{-1}$. Todos los espectros se tomaron con 64 scan y 4 $cm^{-1}$ de resolución. Se tomaron diez espectros de ambas muestras (estándar y desconocida). Las muestras se analizaron tal como se recibieron, es decir, sin preparación adicional de la muestra. En resumen, los pasos realizados en esta investigación fueron: Paso 1, preparación de una muestra sólida de composición desconocida, que sólo se pulverizó y homogeneizó utilizando un mortero de porcelana. Paso 2, preparación de la muestra sólida de HEM estándar mediante pulverización utilizando un mortero de porcelana; Paso 3, registro de los espectros vibracionales utilizando el espectrofotómetro FTIR-ATR con las condiciones mencionadas anteriormente y Paso 4, análisis espectral mediante análisis univariante por HQI y análisis multivariado mediante algoritmos de clasificación como PLS-DA.

### 2.5. Análisis multivariados de datos espectrales usando FTIR

Los espectros recogidos se guardaron en formato Thermo-Galactic SPC, proporcionado por Thermo-Fisher Scientific, Madison, WI, EE. UU. A continuación, estos datos se procesaron utilizando modelos quimiométricos PLS-DA generados mediante PLS Toolbox™ versión 8.1 de Eigenvector Research, Manson, WA, EE. UU., e implementados en MATLAB™ por The MathWorks, Natick, MA, EE. UU. Las muestras sometidas a análisis fueron idénticas a las analizadas previamente en un estudio univariante en la sección 2.4.

## 3. Discusión y Resultados

### 3.1. Espectros infrarrojos de los HEM de referencia

La espectroscopia infrarroja (IR) es una técnica utilizada para estudiar los modos de energía vibracional de las moléculas. Es un tipo de espectroscopia que utiliza la región infrarroja del espectro electromagnético, normalmente en el rango de 400 a 4000 $cm^{-1}$, para identificar y analizar compuestos químicos.

El principio básico de la espectroscopia IR es que cuando una molécula absorbe radiación infrarroja, experimenta un cambio en su energía vibracional. Este cambio de energía es específico de cada molécula y de sus grupos funcionales. Midiendo la frecuencia (número de onda) y la intensidad de la radiación absorbida, es posible identificar los grupos funcionales de la molécula.

Para identificar la presencia de HEMs en las muestras analizadas (tanto en superficies metálicas como sólidas), se tomaron los espectros IR de los 4 explosivos más comunes en artefactos explosivos improvisados. La figura 3 muestra los espectros de HEMs de referencias, como 2,4,6 TNT, 2,4 DNT, PETN y RDX. Los espectros se adquirieron colocando una pequeña cantidad de sólido en polvo en el porta muestras del equipo.

Entre las bandas vibracionales IR más importantes observadas en la figura 3 se encuentran para el TNT las que aparecen a 1024 $cm^{-1}$ asignadas a la deformación del grupo metilo, 1350 $cm^{-1}$ asignadas al estiramiento simétrico de los grupos nitro ($NO_2$), y 1551 $cm^{-1}$ asignadas al estiramiento asimétrico de los grupos nitro ($NO_2$) (Clarkson et al., 2003). Para el 2,4 DNT, las que aparecen a 835 $cm^{-1}$ y 913 $cm^{-1}$ (deformación del grupo NO2), 1347 $cm^{-1}$ asignadas al estiramiento simétrico de los grupos nitro (NO), y 1513

$cm^{-1}$ asignadas al estiramiento asimétrico de los grupos nitro ($NO_2$) (LIU et al., 2008). Para el PETN, las bandas IR características se encuentran a 1038 $cm^{-1}$ (balanceo $NO_2$), 1272 $cm^{-1}$ (balanceo $ONO_2$), 1285 $cm^{-1}$ (estiramiento NO), y 1306 cm-1 (balanceo NO2) (Perger et al., 2006). En RDX se detectaron algunas vibraciones importantes a 997 $cm^{-1}$ (estiramiento N-N), 1220 $cm^{-1}$ (estiramiento C-N), 1270 $cm^{-1}$ (estiramiento simétrico $NO_2$), 1325 $cm^{-1}$ (estiramiento simétrico N-N), y 1570 $cm^{-1}$ estiramiento asimétrico $NO_2$) (Prasad et al., 2002).

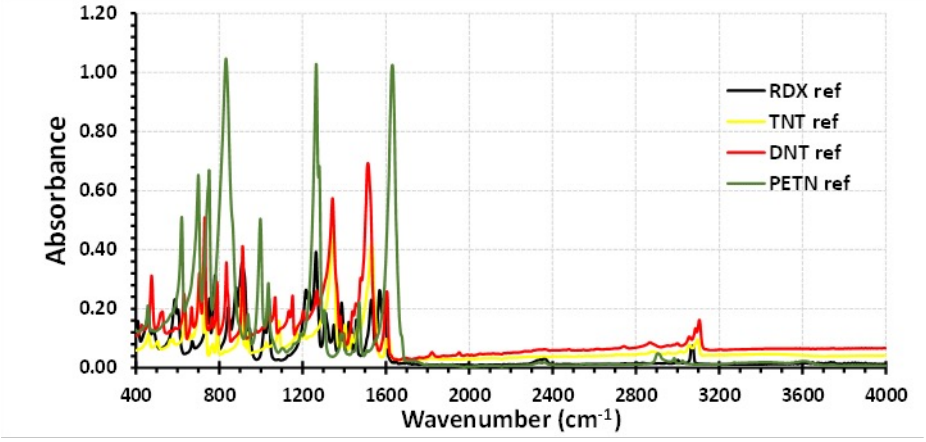



Figura 3 – Espectros vibracionales MIR de HEs de referencias para TNT, DNT, RDX y PETN.

## 3.2. Caracterización de PETN y RDX mediante espectroscopia RAMAN e infrarroja

### *3.2.1. Caracterización vibracional del PETN sintetizado*

La espectroscopia infrarroja es una técnica muy utilizada para identificar compuestos desconocidos. La comparación de un espectro IR desconocido con un espectro de referencia puede utilizarse para identificar la presencia de grupos funcionales y enlaces químicos específicos en la muestra desconocida. El proceso consiste en medir el espectro IR de la muestra desconocida y compararlo con un espectro de referencia utilizando un programa informático. Las diferencias en las posiciones, intensidades y formas de los picos pueden utilizarse para identificar los grupos funcionales presentes en la muestra desconocida. El proceso de comparación puede facilitarse utilizando bases de datos y espectros de referencia, como los disponibles en el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST). El espectro infrarrojo se tomó de ambas muestras sólidas utilizando un IR Prestige-21™ de Shimadzu Europe GmbH con un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR), el espectro Raman se tomó utilizando XploRA-Plus™ de Horiba Scientific, Edison, NJ. A continuación, se comparó el espectro infrarrojo con el espectro del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), como se observa en la figura 4A. El polvo obtenido se analizó comparando su espectro con el del NIST y el del IR Prestige, indicando que se trataba de PETN. Posteriormente, se midió un espectro RAMAN, como se muestra en la figure 4B.

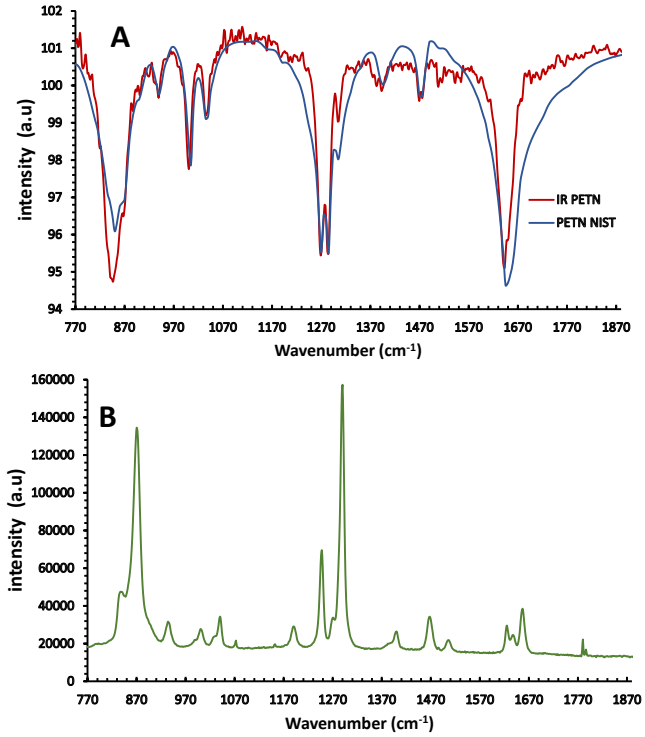



Figura 4 – Espectros de PETN: A) espectro ATR-FTIR vs, referencia NIST y B) espectro Raman.

### *3.2.2. Caracterización vibracional del RDX sintetizado*

Las muestras sólidas se sometieron a espectroscopia infrarroja utilizando un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR) en un instrumento IR Prestige-21™ de Shimadzu Europe GmbH. En cambio, la espectroscopia Raman se realizó con XploRA™ Plus de Horiba Scientific. A continuación, se comparó el espectro infrarrojo con el espectro obtenido del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST), como se muestra en la figura 5A. El polvo resultante se analizó comparando su espectro con los obtenidos del NIST y del IR Prestige-21™, lo que confirmó que se trataba de RDX. Posteriormente, se midió el espectro Raman, como se ilustra en la figura 5B.

## 3.3. Efecto de la cantidad de HEs depositados en el espectro IR

La ley de Beer-Lambert describe la relación entre la concentración de una muestra y su absorbancia y se utiliza ampliamente en espectroscopia infrarroja (IR) para el análisis cuantitativo de explosivos. La cantidad de explosivos depositados en el espectrómetro IR puede afectar a la precisión de la ley de Beer-Lambert cuando se aplica al análisis de explosivos. Cuando no se depositan suficientes explosivos, la concentración de la muestra puede ser demasiado baja para obtener resultados cuantitativos fiables. Por el contrario, una cantidad excesiva de explosivos puede provocar efectos de saturación

que limiten la precisión de la ley de Beer-Lambert-Bouguer. Las figuras. 6 y 7 muestran los espectros IR a diferentes deposiciones de soluciones estándar de HEMs. Se puede observar que las bandas infrarrojas más representativas de los explosivos PETN y RDX aumentan a medida que aumenta la cantidad de HEMs depositados. Este resultado concuerda bien con la ley de Beer-Lambert-Bouguer.

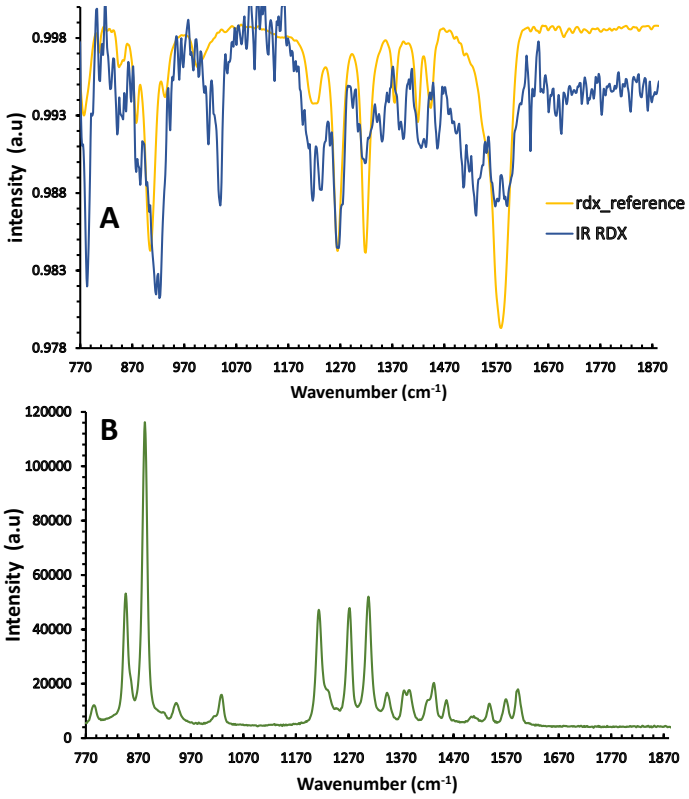



Figura 5 – Espectros de RDX: A) espectro ATR-FTIR vs. referencia NIST y B) espectro Raman.

## 3.4. Análisis por IR de muestras sólidas desconocidas

La espectroscopia IR se utiliza ampliamente en Química, Bioquímica y Ciencia de Materiales para el análisis cualitativo y cuantitativo de compuestos químicos. Es una técnica no destructiva, ni invasiva, y requiere una preparación mínima de la muestra. Puede utilizarse para identificar compuestos desconocidos, estudiar la composición de mezclas y controlar reacciones químicas en tiempo real. También se utiliza para el control de calidad y el ensayo de productos en principios activos farmacéuticos, empresas de producción de alimentos e industrias cosméticas. La espectroscopia IR ha sido una herramienta muy útil en las ciencias forenses durante muchos años, ya que ayuda a identificar sustancias sólidas, líquidas o gaseosas desconocidas. En este estudio,

catorce muestras sólidas recogidas de artefactos explosivos improvisados se analizaron mediante espectroscopia infrarroja vibracional. La figura 8, muestra los espectros registrados de estas muestras.

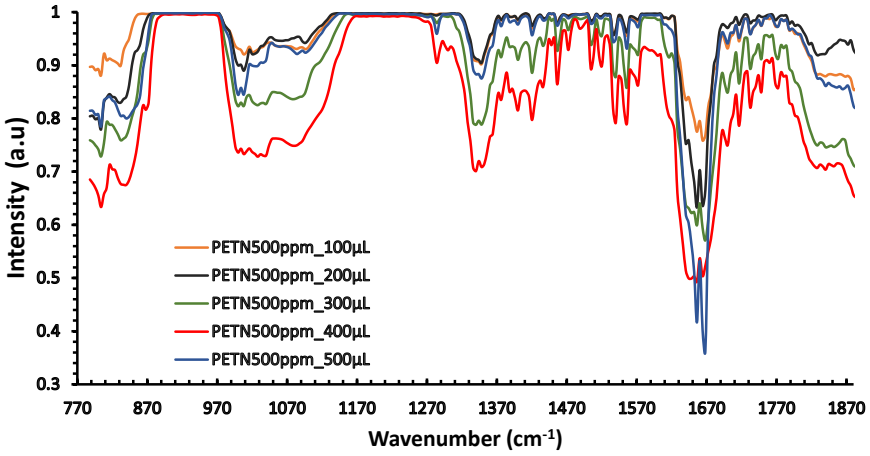



Figura 6 – Espectros de PETN utilizando QCL a partir de diferentes deposiciones.

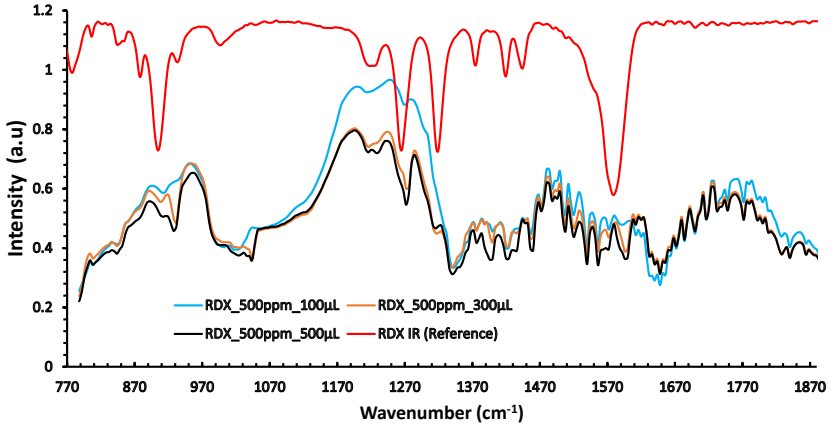



Figura 7 – Espectros de RDX utilizando QCL a partir de diferentes deposiciones.

Como muestra la figura 8, algunas muestras sólidas analizadas con espectroscopia IR muestran señales vibracionales idénticas a ciertos explosivos de referencia mostrados en la figura 3. Realizando un simple análisis cualitativo visual comparativo de las 14 muestras sólidas, 7 muestras presentan sustancias explosivas. Los explosivos presentes en estas muestras corresponden principalmente a explosivos secundarios (de gran potencia). Se puede observar que las muestras presentan señales IR 1347 $cm^{-1}$ y 1513

$cm^{-1}$ correspondientes a los grupos nitro de explosivos nitro aromáticos como el TNT. También puede observarse que las muestras presentan señales IR en torno a 1270 $cm^{-1}$ y 1600 $cm^{-1}$ correspondientes a los grupos nitro de explosivos nitro alifáticos como RDX y PETN, respectivamente. La comparación espectral visual para la identificación de espectros es un proceso puramente cualitativo con cierto sesgo, por lo que es necesario un análisis cuantitativo, como veremos a continuación.

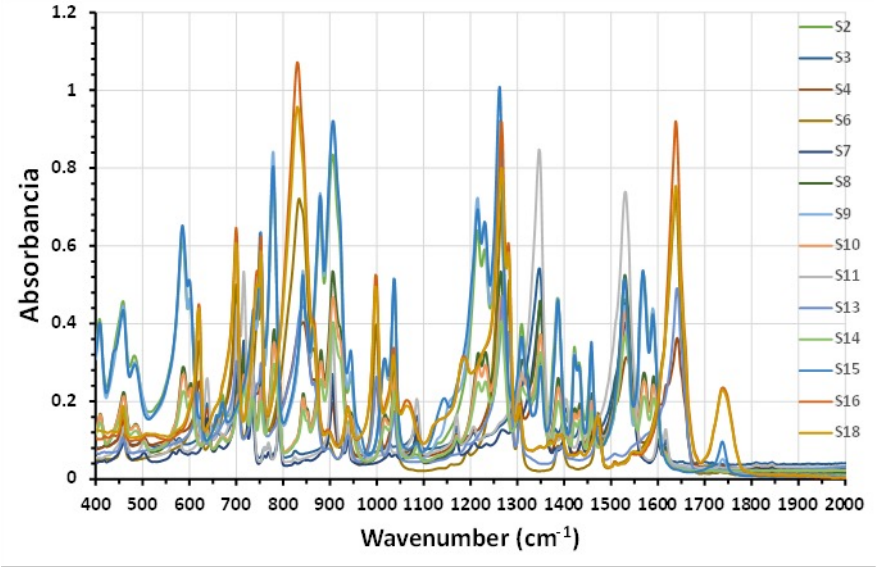



Figura 8 – Espectros vibracionales IR de las muestras sólidas.

## 3.5. Identificación de las HE mediante HQI

En el contexto de la espectroscopia, el Índice de Calidad de Acierto (HQI) es una medida utilizada para evaluar la calidad de una coincidencia espectral entre un espectro de referencia y un espectro de una muestra desconocida. El HQI tiene en cuenta el número de picos coincidentes, la intensidad de los picos, la tolerancia de masa y el nivel de ruido del espectro. El HQI puede utilizarse como criterio para identificar una muestra basándose en su similitud espectral con un espectro de referencia. Una puntuación HQI más alta indica una mejor coincidencia entre los dos espectros, mientras que una puntuación más baja sugiere una mala coincidencia o una posible falta de coincidencia. El HQI se utiliza a menudo en aplicaciones como el análisis medioambiental y forense, donde la coincidencia espectral es un paso importante para identificar compuestos desconocidos o detectar cambios en la composición química (Rodriguez et al., 2011; Park et al., 2020).

La correlación es un algoritmo HQI que es el indicador del grado de correlación lineal entre las variables de los vectores espectrales estándar (o de referencia) y los espectros de prueba (o de muestra) (Gao et al., 2014). El valor HQI oscila entre 0 y 1,0, donde 1,0 indica una similitud perfecta y 0 una similitud escasa. El algoritmo se muestra en la ecuación (1).

$$r = \frac{|\sum(A_i - \bar{A})(B_i - \bar{B})|}{\sqrt{\sum(A_i - \bar{A})^2}\sqrt{\sum(B_i - \bar{B})^2}} \quad (1)$$

Donde A indica el espectro de la biblioteca (referencia) y B indica un espectro de prueba de las muestras, Ai y Bi son la intensidad del punto i-ésimo de los espectros A y B y son la intensidad media de los espectros A y B, respectivamente. Para identificar un espectro desconocido, un valor HQI superior a 0,9 es válido para decir que tiene una sustancia determinada. De los valores HQI de las 14 muestras sólidas, 11 muestras coinciden con valores superiores a 0,9. Según estas 3 muestras (S3, S7 y S11) contienen TNT, 4 muestras (S6, S13, S16 y S18) contienen PETN y 4 muestras (S2, S9, S10 y S15) contienen RDX. Las muestras S8, S14 y S7 tienen HQI iguales a 0,87, 0,89 y 0,76, por lo que sus espectros son muy similares a los de RDX y PETN, como se ve en la figura 8.

### 3.5. Análisis discriminante por mínimos cuadrados parciales (PLS-DA)

Teniendo en cuenta que los coeficientes de correlación espectral suelen ser ineficaces para identificar y clasificar los HEM cuando se encuentran en muestras del mundo real y se detectan directamente sobre el terreno, se aplicaron métodos de análisis multivariante, como PLS-DA, para la identificación y clasificación espectral. Se utilizó PLS Toolbox™ versión 8.1 para MATLAB™ para analizar los datos. PLS-DA es una de las herramientas quimiométricas más utilizadas, especialmente cuando el objetivo es identificar similitudes espectrales en un conjunto de datos.

El análisis discriminante por mínimos cuadrados parciales es un método de análisis estadístico multivariante que combina las características de dos técnicas bien conocidas, los mínimos cuadrados parciales (PLS) y el análisis discriminante lineal (LDA). El PLS-DA es una técnica de aprendizaje supervisado que se utiliza habitualmente con fines de clasificación en quimiometría, bioinformática y otros campos en los que se miden múltiples variables (espectrales o de otro tipo) en un conjunto de muestras. Modela la relación entre los datos espectrales y la pertenencia a una clase de cada muestra para identificar qué variables contribuyen más a la separación de clases. En PLS-DA, los datos espectrales se transforman primero en un nuevo conjunto de variables ortogonales denominadas variables latentes (VL), que se utilizan a continuación para predecir la pertenencia a la clase de cada muestra. Las variables latentes se calculan maximizando la covarianza entre los datos espectrales y la información de clase y capturando la variabilidad más relevante para discriminar entre clases [32-34] (Barker & Rayens, 2003; Brereton & Lloyd, 2014).

Los datos se dividieron en dos grupos: un grupo de calibración y un grupo de predicción (prueba o ensayo). El grupo de calibración contenía aproximadamente el 70% de los datos, y el grupo de predicción, aproximadamente el 30%. Se aplicó PLS-DA a los datos espectrales para clasificar o agrupar todos los espectros por tipo de HEMs.

Antes de aplicar el modelo PLS-DA, es necesario realizar pasos de preprocesamiento de datos. El preprocesamiento de datos tiene como objetivo eliminar o reducir el efecto de las interferencias que realzan o minimizan las señales vibracionales de los HEM.

Se aplicaron varios pasos de preprocesamiento a los datos para generar modelos multivariables capaces de agrupar espectros basados en similitudes químicas, es decir, PETN, RDX, TNT y DNT. Los pasos de preprocesamiento utilizados fueron el autoescalado, el centrado medio (MC), la variación normal estándar (SNV), la corrección multiplicativa de la dispersión (MSC), la derivada 1st / 2nd y sus combinaciones. De todos los modelos generados, los que obtuvieron mejores resultados fueron los que utilizaban el rango espectral (400-1800 $cm^{-1}$). El resultado de la ejecución del PLS-DA se muestra en la figura 9, que presenta los mejores resultados obtenidos para los diferentes modelos generados tras aplicar los pasos de preprocesamiento mencionados anteriormente.

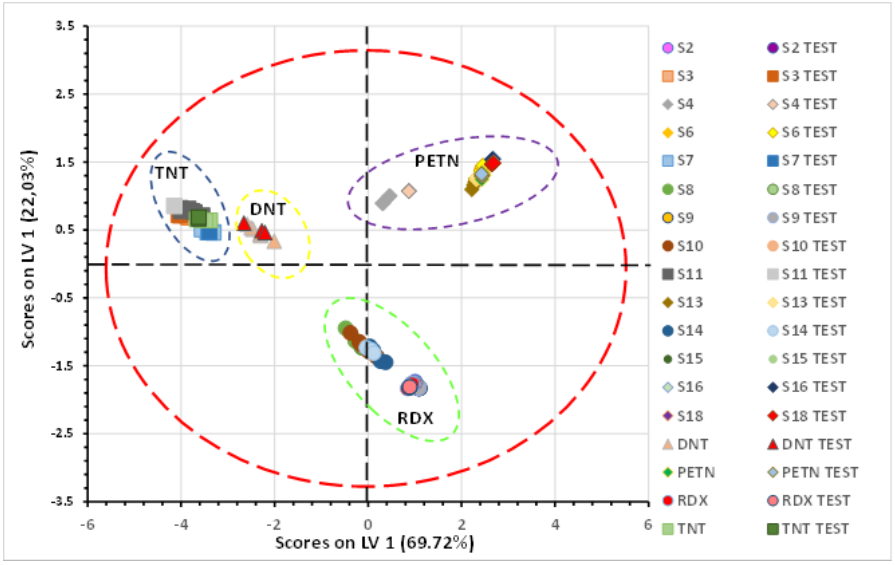



Figura 9 – Modelo PLS-DA obtenido para detectar PETN, RDX, DNT y TNT en muestras sólidas de composición desconocida. Los pasos de preprocesamiento aplicados fueron SNV + MC. El rango espectral fue de 400 - 1800 $cm^{-1}$

Para el análisis multivariable de las vibraciones MIR de muestras sólidas con HEMs, fue necesario preprocesar las variables mediante transformación MSC y MC para obtener los mejores resultados quimiométricos. Las transformaciones MSC y MC se utilizaron para normalizar y centrar los datos. En el modelo PLS-DA de HEMs en muestras sólidas, se necesitaron dos LV para capturar el 91,75% de la varianza total de los datos espectrales. Dos LVs fueron suficientes para una buena clasificación espectral (figura 9) según el tipo de HEMs presentes. Como se muestra en la figura 9, todas las muestras sólidas de composición desconocida presentaron un tipo de explosivo secundario. A diferencia del análisis HQI, sólo 11 muestras fueron clasificadas como explosivos. El PLS-DA consiguió clasificar las 14 muestras como explosivos. Tres muestras (S3, S7 y S11) se clasificaron como explosivos nitroaromáticos TNT. Seis muestras (S2, S8, S9, S10, S14 y S15) se clasificaron como explosivo nitroalifático RDX, y cinco muestras (S4, S6, S13, S16 y S18) se clasificaron como explosivo nitroalifático PETN.

En este modelo, los espectros del grupo de predicción o de prueba (no incluidos en el modelo de calibración) se agruparon con precisión con los espectros del grupo de calibración en función de las similitudes químicas. Los resultados obtenidos demuestran que PLS-DA es una potente herramienta para analizar datos espectrales complejos y hacer predicciones sobre la pertenencia a clases de muestras basándose en estos datos.

Para PLS-DA, utilizamos parámetros de clasificación como la sensibilidad (SEN) y la especificidad (ξ), derivados de la matriz de confusión de los grupos de calibración, validación cruzada y predicción, para evaluar el rendimiento de los modelos de clasificación. La sensibilidad describe la capacidad del modelo para reconocer correctamente muestras pertenecientes a esa clase, y la especificidad describe la capacidad del modelo para rechazar muestras de todas las demás clases. Estos parámetros pueden calcularse del siguiente modo:

$$SEN = TP / (TP + FN); \qquad \xi = TN / (TN + FP) \tag{2}$$

En esta ecuación, TP es el número de verdaderos positivos, TN es el número de verdaderos negativos, FP es el número de falsos positivos y FN es el número de falsos negativos. Cuando se trata de dos clases, A y B, donde A es positivo (un HEM específico) y B es negativo (otro HEM), TP es el número de miembros de la clase A que se han clasificado correctamente, FP es el número de miembros de la clase B que se han predicho incorrectamente como clase A, TN es el número de miembros de la clase B que se han clasificado correctamente y FN es el número de miembros de la clase A que se han predicho incorrectamente como clase B. SEN y ξ toman valores entre 0 y 1, donde 1 es el resultado deseado [22]. La Tabla 2 resume los resultados obtenidos aplicando PLS- DA a los espectros IR de HEMs en las muestras investigadas para los grupos de calibración, validación cruzada y predicción.

Las predicciones de clase de PETN, RDX y TNT en las muestras sólidas de los grupos de validación cruzada y predicción se muestran en la figura 10. Se necesitaron dos LVs para obtener el mejor modelo de clasificación multivariante con SEN igual a 1 y ξ cercano a 1 (ver Tabla 2) para los HEMs probados de los grupos de datos de calibración, validación cruzada y predicción. Como se ha mencionado anteriormente, la varianza capturada de la matriz Y fue del 91,75%, lo que es suficiente para una buena clasificación del grupo de espectros predichos en las clases estudiadas. Como se muestra en la figura 10 y apoyado por la información de la Tabla 2, el modelo PLS-DA pudo reconocer correctamente las muestras pertenecientes a una determinada clase, como TNT, RDX y PETN. Según este modelo, ninguna de las 14 muestras contenía DNT y fueron perfectamente identificadas, como se indica en la figura 9 y 10.

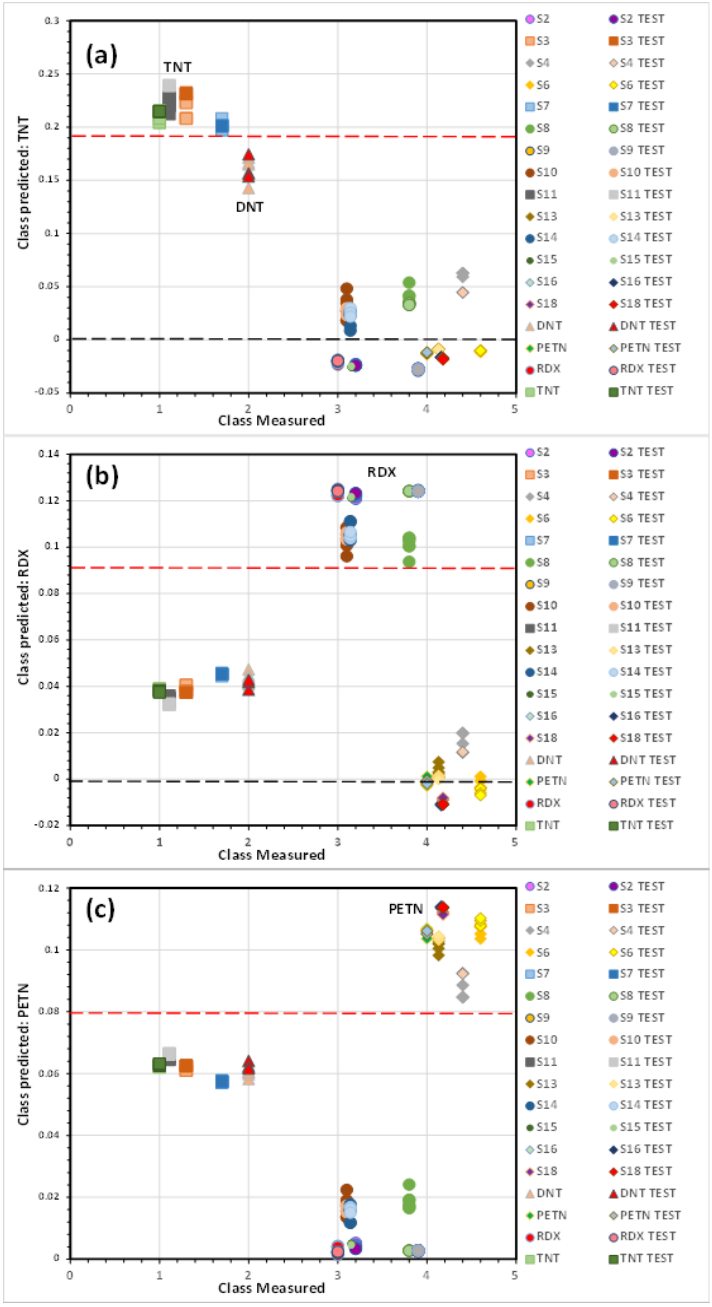



Figura 10 – Modelos PLS-DA obtenidos para (a) predicción de clase para TNT, (b) predicción de clase para RDX, y (c) predicción de clase para PETN.

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Sensibilidad (Cal): | 1.00 |
| Especificidad (Cal): | 0.81 |
| Sensibilidad (CV): | 0.95 |
| Especificidad (CV): | 0.81 |
| Sensibilidad (Pred): | 1.00 |
| Especificidad (Pred): | 0.80 |
| Clase. Err (Cal) | 0.10 |
| Clase. Err (Val) | 0.12 |
| Clase. Err (Pred): | 0.10 |

Tabla 2 – Resumen de los resultados PLS-DA de los espectros IR MAE en muestras sólidas obtenidos para los grupos de calibración (Cal), validación cruzada (Val) y predicción (Pred).

## 4. Conclusiones

Se utilizó una metodología basada en la espectroscopia vibracional Raman e infrarroja. Se utilizaron como referencia estándares de las cuatro sustancias más comunes utilizadas en artefactos explosivos improvisados, como TNT, DNT, PETN y RDX. Se analizaron catorce muestras sólidas mediante ATR-FTIR. En todas las muestras se encontraron señales de banda IR características de grupos nitro en HEMs. Utilizando el algoritmo de identificación HQI, sólo once muestras se clasificaron como explosivos. Sin embargo, las catorce muestras se clasificaron perfectamente utilizando PLS-DA cuando se realizó el análisis multivariable. Los resultados muestran que tres muestras (S3, S7 y S11) se clasificaron como explosivos nitroaromáticos TNT, y seis muestras (S2, S8, S9, S10, S14 y S15) como explosivos nitroalifáticos RDX. Cinco muestras (S4, S6, S13, S16 y S18) se clasificaron como explosivos nitroalifáticos PETN. En conjunto, el estudio demuestra que la espectroscopia Raman e IR combinada con el análisis multivariable puede ser útil para identificar la presencia de explosivos en muestras sólidas.

## 5. Agradecimientos

Este material se basa en un trabajo financiado por el Departamento de Seguridad Nacional de Estados Unidos (DHS), Countering Weapons of Mass Destruction (CWMD), en virtud de la subvención 21 CWDARI 00042-01-00. Las opiniones y conclusiones contenidas en este documento son las de los autores. No debe interpretarse que representan necesariamente las políticas oficiales, expresas o implícitas, del Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos.

## Referencias

Amoore , J. E., & Russel, T. A. (2019). Explosives and propellants. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH.

Barker, M., & Rayens, W. (2003). Partial least squares for discrimination. *Journal of Chemometrics*, *17*(3), 166–173. https://doi.org/10.1002/cem.785

Bhardwaj, A., & Gupta, N. (2018). Explosives detection technologies: Past, present and future. *International Conference on Recent Advances in Engineering and Technology*, 17–22.

Brereton, R. G., & Lloyd, G. R. (2014). Partial least squares discriminant analysis: taking the magic away. *Journal of Chemometrics*, *28*(4), 213–225. https://doi.org/10.1002/cem.2609

Castro-Suarez, J. R., Delgado-Guevara, O., Fredy Colpas-Castillo, Colón-Mercado, A. M., & Hernández-Rivera, S. P. (2023). Detection of Highly Energetic Materials Using Infrared Spectroscopy Coupled with Chemometrics. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, *328*, 1–16. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7689-6_1

Castro-Suarez, J. R., Pollock, Y. S., & Hernandez-Rivera, S. P. (2013). Explosives detection using quantum cascade laser spectroscopy. *Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XIV*. https://doi.org/10.1117/12.2016037

Clarkson, J., Smith, W. Ewen., Batchelder, D. N., Smith, D. Alastair., & Coats, A. M. (2003). A theoretical study of the structure and vibrations of 2,4,6-trinitrotolune. *Journal of Molecular Structure*, *648*(3), 203–214. https://doi.org/10.1016/s0022-2860(03)00024-3

Ewing, R. (2001). A critical review of ion mobility spectrometry for the detection of explosives and explosive related compounds. *Talanta*, *54*(3), 515–529. https://doi.org/10.1016/s0039-9140(00)00565-8

Fountain, A. W., Christesen, S. D., Moon, R. P., Guicheteau, J. A., & Emmons, E. D. (2014). Recent Advances and Remaining Challenges for the Spectroscopic Detection of Explosive Threats. *Applied Spectroscopy*, *68*(8), 795–811. https://doi.org/10.1366/14-07560

Gao, Q., Liu, Y., Li, H., Chen, H., Chai, Y., & Lu, F. (2014). Comparison of several chemometric methods of libraries and classifiers for the analysis of expired drugs based on Raman spectra. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *94*, 58–64. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2014.01.027

Hernandez-Rivera, S. P., & Pacheco-Londono., L. C. (2023). *grazing angle probe mount for quantum cascade lasers* . https://patents.google.com/patent/US11567337B1/en

Hildenbrand, J., Herbst, J., Wöllenstein, J., & Lambrecht, A. (2009). Explosive detection using infrared laser spectroscopy. *SPIE Proceedings*. https://doi.org/10.1117/12.808976

Jai Prakash Agrawal, & Robert Dale Hodgson. (2008). *Organic chemistry of explosives*. J. Wiley & Sons, Cop. https://www.wiley.com/en-us/Organic+Chemistry+of+Explosives-p-9780470029671

Ledgard, J. B. (2007). *The Preparatory Manual of Explosives*. Lulu.com.

LIU, G.-F., MA, X.-J., MA, S.-H., ZHAO, H.-W., MA, M.-W., GE, M., & WANG, W.-F. (2008). Identification of Explosives 2,4-DNT and 2,6-DNT Using Terahertz Time-domain Spectroscopy. *Chinese Journal of Chemistry*, *26*(7), 1257–1261. https://doi.org/10.1002/cjoc.200890228

McCulloch, R. D., & Amo-González, M. (2019). Rapid detection of explosive vapors by thermal desorption atmospheric pressure photoionization differential mobility analysis tandem mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, *33*(18), 1455–1463. https://doi.org/10.1002/rcm.8492

Moore, D. S. (2007). Recent Advances in Trace Explosives Detection Instrumentation. *Sensing and Imaging: An International Journal*, *8*(1), 9–38. https://doi.org/10.1007/s11220-007-0029-8

Mou, Y., & Rabalais, J. W. (2009). Detection and Identification of Explosive Particles in Fingerprints Using Attenuated Total Reflection-Fourier Transform Infrared Spectromicroscopy. *Journal of Forensic Sciences*, *54*(4), 846–850. https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01060.x

O'Flynn, D., Reid, C. B., Christodoulou, C., Wilson, M. D., Veale, M. C., Seller, P., Hills, D., Desai, H., Wong, B., & Speller, R. (2013). Explosive detection using pixellated X-ray diffraction (PixD). *Journal of Instrumentation*, *8*(03), P03007–P03007. https://doi.org/10.1088/1748-0221/8/03/p03007

Othmer, D. F., & Kirk, R. E. (2017). *Encyclopedia of chemical technology*. (pp. 1–35). Wiley.

Pacheco-Londoño, L. C., Warren, E., Galán-Freyle, N. J., Villarreal-González, R., Aparicio-Bolaño, J. A., Ospina-Castro, M. L., Shih, W.-C., & Hernández-Rivera, S. P. (2020). Mid-Infrared Laser Spectroscopy Detection and Quantification of Explosives in Soils Using Multivariate Analysis and Artificial Intelligence. *Applied Sciences*, *10*(12), 4178. https://doi.org/10.3390/app10124178

Park, J.-K., Lee, S., Park, A., & Baek, S.-J. (2020). Adaptive Hit-Quality Index for Raman Spectrum Identification. *Analytical Chemistry*, *92*(15), 10291–10299. https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c00209

Perger, W. F., Zhao, J., Winey, J. M., & Gupta, Y. M. (2006). First-principles study of pentaerythritol tetranitrate single crystals under high pressure: Vibrational properties. *Chemical Physics Letters*, *428*(4-6), 394–399. https://doi.org/10.1016/j.cplett.2006.07.046

Prasad, R., Bhar, G. C., & Thakur, S. (2002). Photoacoustic spectra and modes of vibration of TNT and RDX at CO2 laser wavelengths. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *58*(14), 3093–3102. https://doi.org/10.1016/s1386-1425(02)00071-9

Primera-Pedrozo, O. M., Soto-Feliciano, Y. M., Pacheco-Londoño, L. C., & Hernández-Rivera, S. P. (2009). Detection of High Explosives Using Reflection Absorption Infrared Spectroscopy with Fiber Coupled Grazing Angle Probe/FTIR. *Sensing and Imaging*, *10*(1-2), 1–13. https://doi.org/10.1007/s11220-009-0042-1

Rodriguez, J. D., Westenberger, B. J., Buhse, L. F., & Kauffman, J. F. (2011). Quantitative Evaluation of the Sensitivity of Library-Based Raman Spectral Correlation Methods. *Analytical Chemistry*, *83*(11), 4061–4067. https://doi.org/10.1021/ac200040b

Stefanuto, P.-H., Perrault, K. A., Focant, J.-F., & Forbes, S. L. (2015). Fast Chromatographic Method for Explosive Profiling. *Chromatography*, *2*(2), 213–224. https://doi.org/10.3390/chromatography2020213

Wen, P., Amin, M., Herzog, W. D., & Kunz, R. R. (2018). Key challenges and prospects for optical standoff trace detection of explosives. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *100*, 136–144. https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.12.014

Yu, H. A., DeTata, D. A., Lewis, S. W., & Silvester, D. S. (2017). Recent developments in the electrochemical detection of explosives: Towards field-deployable devices for forensic science. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *97*, 374–384. https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.10.007

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

Recebido/Submission: 25/06/2023
Aceitação/Acceptance: 15/08/2023

# Abordagem de Inteligência de Fontes Abertas com Mapas Auto-Organizáveis De Kohonen e Processamento de Linguagem Natural para Execução Automática de Dorks

João Rafael Gonçalves Evangelista[1], Renato José Sassi[2], Dacyr Dante de Oliveira Gatto[3], Márcio Romero[4], Nityananda Portellada[5], Rosana Cordovil da Silva[6], Edquel Bueno Prado Farias[7]

**j.rafael.evangelista@uni9.edu.br; sassi@uni9.pro.br; dacyr.gatto@uni9.pro.br; mromero@uni9.pro.br; nityananda.portellada@uni9.edu.br; rosanacordovil@uni9.pro.br; edquel.prado@anhembi.br.**

[1,2,3,4,5,6] Universidade Nove de Julho, Rua Vergueiro, 01525-000, São Paulo, Brasil.

[7] Universidade Anhembi Morumbi, Rua Dr. Almeida Lima, 03164-000, São Paulo, Brasil.

**Pages: 425-439**

**Resumo:** Na fase inicial do pentest, denominada Inteligência de Fontes Abertas (Open Source Intelligence-OSINT), executa-se o Google Hacking (GH), prática que utiliza strings compostas por operadores de pesquisa chamadas Dorks. Para melhorar o desempenho do pentest, tornando-o automático, pode-se utilizar Inteligência Artificial. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e aplicar uma abordagem de Inteligência de Fontes Abertas com Mapas Auto-Organizáveis de Kohonen e Processamento de Linguagem Natural na execução automática de Dorks para melhorar o desempenho da prática do Google Hacking. A abordagem proposta foi desenvolvida em 10 fases, inclusive com a aplicação do Processamento de Linguagem Natural no pré-processamento das Dorks e dos Mapas Auto-Organizáveis na geração de 53 agrupamentos de Dorks. A execução automática do menor agrupamento foi 3 vezes mais rápida que a manual e a execução automática do maior agrupamento foi 4 vezes mais rápida. Concluiu-se, que a abordagem desenvolvida melhorou o desempenho da prática do GH.

**Palavras-chave:** OSINT, Inteligência de Fontes Abertas, Processamento de Linguagem Natural, Mapas Auto-Organizáveis de Kohonen, Pentest Automático.

## *Open Source Intelligence Approach with Self-Organizing Kohonen Maps and Natural Language Processing for Automated Execution of Dorks*

***Abstract:*** In the initial phase of the pentest, named Open Source Intelligence (OSINT), Google Hacking (GH) is executed, a practice that uses strings composed by search operators called Dorks. To improve the performance of the pentest, making it automatic, you can use Artificial Intelligence. The objective of this work

was to develop and apply an Open Source Intelligence approach with Kohonen Self-Organizing Maps and Natural Language Processing in the automatic execution of Dorks to improve the performance of Google Hacking practice. The proposed approach was developed in 10 phases, including the application of Natural Language Processing in the pre-processing of Dorks and Self-Organizing Maps in the generation of 53 groupings of Dorks. The auto-run of the smallest cluster was three times faster than the manual one, and the auto-run of the largest cluster was four times faster. It was concluded that the developed approach improved the performance of GH practice.

***Keywords:*** OSINT, Open Source Intelligence, Natural Language Processing, Kohonen Self Organizing-Maps, Automatic Pentest.

## 1. Introdução

O conceito que envolve a coleta, a análise e o uso de informações de fontes abertas, como as páginas web, para propósitos inteligentes, ou seja, para gerar conhecimento que possa ser utilizado em algum objetivo pré-determinado, é chamado de Inteligência de Fontes Abertas, ou Open Source Intelligence (OSINT), em inglês (KOOPS, HEOPMAN E LEENES; 2013).

Uma das principais ferramentas utilizadas para realizar o OSINT é o mecanismo de busca do Google. A prática de utilizar o Google em Pentest é chamada de Google Hacking (GH), que funciona com strings específicas compostas por operadores de pesquisa chamadas Dorks. A Google Hacking Database (GHDB) é uma base de dados que contém Dorks testadas, validadas e classificadas em categorias. O Pentest pode ser executado automaticamente ou manualmente, sendo a manual a mais popular, porém mais lenta comparada à automática. (TOFFALINI et al., 2016).

Para a fase preparatória do Pentest, em que o OSINT é executado, Noubours, Pritzkau e Schade (2013) abordam a aplicação de Inteligência Artificial (IA) e de sua subárea, o Processamento de Linguagem Natural (PLN) para obter ganhos de desempenho e conseguir extrair informações dos resultados obtidos.

Segundo Wang, Lu e Qin (2020), algumas técnicas de IA podem ser aplicadas na área de segurança da informação, como as Redes Neurais Artificiais (RNAs), que podem controlar e analisar o tráfego de rede, possibilitando a detecção de ameaças e anomalias.

Em seu estudo, Bae, Lim e Cho (2016) executaram Dorks do GHDB de forma automática com o software SiteDigger3, e concluíram que tal programa possui limitações na quantidade de Dorks a serem executadas e na inserção de novas Dorks na ferramenta. Assim, os autores recomendam pesquisar outros meios de execução automática, o que possibilita o desenvolvimento de novas abordagens sobre o assunto.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e aplicar uma abordagem de Inteligência de Fontes Abertas com Mapas Auto-Organizáveis de Kohonen e Processamento de Linguagem Natural na execução automática de Dorks para melhorar o desempenho da prática do Google Hacking.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Teste de Intrusão

Um recurso que a área de segurança da informação possui para encontrar vulnerabilidades é a realização de testes capazes de detectar falhas, que proporcionam riscos para a informação. Algumas vulnerabilidades são tão complexas que suas detecções são difíceis de prever. (SRIVASTAVA; KUMAR, 2017).

As vulnerabilidades mais complexas fazem com que analistas de segurança da informação busquem por novas abordagens para identificá-las e combatê-las (DA SILVA et al., 2019).

Segundo Nagpure e Kurkure (2017), as vulnerabilidades podem ser descobertas e analisadas de duas formas: pelo método de avaliação de vulnerabilidades e pelo processo de teste de intrusão ou Pentest (Penetration Testing). Enquanto o primeiro analisa ativos e sistemas de informação com o objetivo de encontrar vulnerabilidades sem explorá-las, o segundo analisa ativos e sistemas de informação para encontrar vulnerabilidades e, em seguida, explorá-las. Pentest geralmente é executado de forma manual ou automática. No caso da forma manual seu ciclo de testes é longo quando comparado ao automático.

Segundo Nagpure e Kurkure (2017), o Pentest manual utiliza poucos ou nenhum software. Isto faz com que sua execução seja mais lenta do que a automática, que utiliza softwares em todas as fases. Assim, o Pentest automático permite que o profissional de segurança da informação que o esteja executando se concentre mais na análise dos resultados do que em sua execução.

Vale destacar que a execução do Pentest inicia com a coleta de informações em fontes abertas. Em tal fase, descobrem-se vulnerabilidades em sistemas, ou ativos de informação, e até mesmo informações que possam levar a vulnerabilidades. Essa fase do Pentest é chamada de OSINT (KOTHIA; SWAR; JAAFAR, 2019).

### 2.2. Inteligência de Fontes Abertas

Inteligência de Fontes Abertas ou Open Source Intelligence (OSINT) é um conceito que aborda a busca, a coleta, o processamento, a análise e o uso de informações localizadas em fontes abertas, bem como as técnicas e ferramentas utilizadas (RICO et al., 2018; HOWELLS; ERTUGAN, 2017).

OSINT pode ser utilizado em uma ampla variedade de fontes abertas, como mídias sociais, blogues, páginas web governamentais que disponibilizam relatórios, páginas de geolocalizações, redes sociais, fóruns e comunidades, páginas que exibem imagens de satélite, publicações acadêmicas, banco de dados de vulnerabilidades, além de várias outras fontes disponíveis na internet e outros recursos de mídia. Pela riqueza, variedade e importância da informação descoberta por OSINT, as organizações começam a reconhecê-la como um ponto crucial da atividade de monitoramento e testes (EVANGELISTA et al., 2021; SETTANNI et al., 2017).

Segundo Galindo et al. (2019), para a área da segurança da informação, OSINT pode ser utilizada em conjunto com algoritmos de Aprendizagem de Máquina ou PLN para automatizar sua execução em busca de vulnerabilidades e extrair conhecimento dos resultados encontrados

Em Pentest, as informações descobertas com a utilização de OSINT podem ser: malwares (códigos maliciosos), phishings, dispositivos infectados on-line, logs de servidores, diretórios abertos, credenciais de usuários, manuais de dispositivos on-line como impressoras 3D e câmeras, sistemas de defesa como honeypots e firewalls, arquivos não indexados, dentre outros (GONG; CHO; LEE, 2018; VACAS; MEDEIROS; NEVES, 2018).

A prática do GH é utilizada na fase inicial, também chamada de "Reconhecimento" ou "OSINT". Essa busca realizada pelo GH é classificada como "Reconhecimento Passivo", pois coleta informações sobre redes, páginas ou sistemas on-line sem ser invasivo (MCGUFFEE; HANEBUTTE, 2013; FAN; LI; ZHANG, 2018).

Bae, Lim e Cho (2016) apresentam uma forma de executar o GH de maneira automática em páginas web governamentais. Para isso, eles utilizaram o software SiteDigger3. Com esse estudo, constatou-se que o software possui limitações na quantidade de Dorks, impossibilitando a inserção de novos parâmetros. Desta forma, a ferramenta trouxe poucos resultados sobre vulnerabilidades, portanto, os autores sugerem buscar outros meios para executar o GH de forma automática.

As Dorks são "strings" que podem ser compostas por palavras e/ou parâmetros específicos desenvolvidos para mecanismos de busca com o objetivo de coletar informações sobre vulnerabilidades ou dados que auxiliem na sua busca. Na literatura, são descritas diversas Dorks para diferentes fins, ou seja, para encontrar sites vulneráveis, informações confidenciais ou arquivos expostos (TOFFALINI et al., 2016).

Exemplifica-se, a seguir uma Dork composta pelos seguintes elementos: **Inurl: ".gov.br" Intext: "Senhas.xlsx" OR "logins.doc".** Inurl e Intext pertencem à categoria GRAM, pois são operadores avançados do Google responsáveis por direcionar a busca para a estrutura de um determinado site. O parâmetro Inurl procura por sites que contenham ".gov.br" em sua URL, enquanto o parâmetro Intext procura por sites que contenham em seu conteúdo arquivos da categoria DOC com o nome "Senhas.xlsx" ou "logins.doc". Assim, a Dork pode ser utilizada para procurar por arquivos "Senhas.xlsx" ou logins.doc" em sites que contenham ".gov.br" em sua URL.

## 2.3. Mapas Auto-Organizáveis de Kohonen

Os Mapas Auto-Organizáveis de Kohonen, do inglês Self-Organizing Maps (SOM), são um tipo de rede neural artificial aplicada na geração de agrupamentos (KOHONEN, 2001). A SOM é baseada em aprendizagem não-supervisionada capaz de processar uma entrada de dados de um espaço multidimensional, transformando-a em um arranjo unidimensional ou bidimensional (KOHONEN, 1990).

A estrutura da SOM é composta por neurônios interconectados por uma relação chamada de vizinhança. É essa relação que determina a topologia do mapa. Em um mapa bidimensional, a vizinhança pode estar disposta de forma hexagonal ou retangular (KOHONEN, 2001).

Para medir a acurácia do mapa e da dimensão escolhida, ou seja, medir a qualidade do mapa e analisar se a topologia escolhida é a que "melhor representa os dados do vetor

de entrada X", algumas medidas de qualidade podem ser utilizadas, como o Erro de Quantização (EQ) e o Erro Topográfico (ET) (Kohonen, 2001). Na tabela 1, apresenta-se a descrição de cada uma dessas medidas.

| Medida | Descrição | Equação |
|---|---|---|
| *Erro de Quantização (EQ)* | Mostra a qualidade dos dados do vetor de entrada. Quanto melhor a qualidade do vetor de entrada, melhor será a disposição dos neurônios no mapa. O erro de quantização será próximo de zero quando todos os nós estiverem bem distribuídos no mapa. | $EQ = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} \|x - w_{i^*}\|$ |
| *Erro Topográfico (ET)* | Mede a preservação da topologia dos dados de entrada. Como os dados estão indo de um espaço multidimensional para um espaço bidimensional ou unidimensional, eles acabam perdendo informação. Uma forma de avaliar a representação do vetor de entrada inicial é utilizando o erro topográfico. Quando o erro topográfico for próximo de zero, significa que todos os nós representam bem o vetor de entradas inicial. | $ET = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} u(x_k)$ |

Tabela 1 – Medidas de acurácia para a SOM

Com a aplicação de uma RNA em segurança da informação, é possível obter resultados interessantes na classificação de sites maliciosos e phishings (Ferreira et al., 2018) e no desenvolvimento de sistemas de detecção de intrusão (Amini; Jalili; Shahriari, 2006).

## 2.4. Processamento de Linguagem Natural

O Processamento de Linguagem Natural (PLN), do inglês "Natural Language Processing", é a subárea da IA responsável por fazer com que os computadores interpretem e desenvolvam conteúdo em linguagem humana. Por se tratar de uma área interdisciplinar, a IA inclui outras áreas como: Ciência da Computação, Linguística, Psicologia e Estatística (NOUBOURS; PRITZKAU; SCHADE, 2013).

Na área de segurança da informação, estudos mostram uma tendência de aplicação de PLN em Pentest, principalmente na fase inicial, chamada "Reconhecimento" ou "OSINT". A justificativa é que a aplicação de PLN aumenta a eficácia na descoberta de vulnerabilidades já publicadas e documentadas, tais como: versões de softwares desatualizadas e arquivos de configurações de dispositivos on-line (YOU et al., 2017).

A aplicação de PLN em textos ou em outros conteúdos de linguagem humana pode ser executada por meio de diversas tarefas. Entre elas, destacam-se: stemização, produção de corpus, tokenização, lematização, marcação gramatical, análise sintática (Parsing), concordância, frequência, colocação estatística e remoção de stopwords (ZEROUAL; LAKHOUAJA, 2018).

Considerando o aumento de desempenho que o PLN proporciona na execução de OSINT, os autores Noubours, Pritzkau e Schade (2013) recomendam a utilização de outras técnicas de IA em conjunto com PLN. Desta forma, torna-se possível extrair conhecimento das informações obtidas por OSINT.

## 3. Materiais e Métodos

Realizou-se uma revisão da literatura no período entre janeiro de 1990 e fevereiro de 2020. Encontrou-se um total de 504 publicações, como pode-se observar na tabela 2.

| Base de Periódicos | Selecionados | Desconsiderados | Total |
|---|---|---|---|
| *ACM Digital Library* | *9* | *84* | *93* |
| *Emerald Insight* | *25* | *14* | *39* |
| *IEEEXplore – Digital Library* | *94* | *29* | *123* |
| *Portal Capes* | *46* | *83* | *129* |
| *ScienceDirect* | *74* | *46* | *120* |
| *Total* | *248* | *256* | *504* |

Tabela 2 – Resultado da busca efetuada nas bases de periódicos selecionadas

Das 504 publicações encontradas, 256 foram desconsideradas por: (1) não abordarem o tema OSINT, (2) serem publicações duplicadas em outras bases de periódicos, (3) serem índices ou guias de publicações e (4) terem as palavras-chave sobre OSINT apenas nas referências, totalizando 248 publicações selecionadas. Não foi encontrado nenhum estudo com aplicação da SOM ou outra arquitetura de RNA para OSINT.

A base de dados selecionada foi a Google Hacking Database (GHDB) disponível em: https://www.exploit-db.com/google-hacking-database. A base contém 4.211 Dorks, 4 atributos e 14 categorias, sendo a que possui maior quantidade de Dorks é a "Advisories and Vulnerabilities", com 1.979 Dorks.

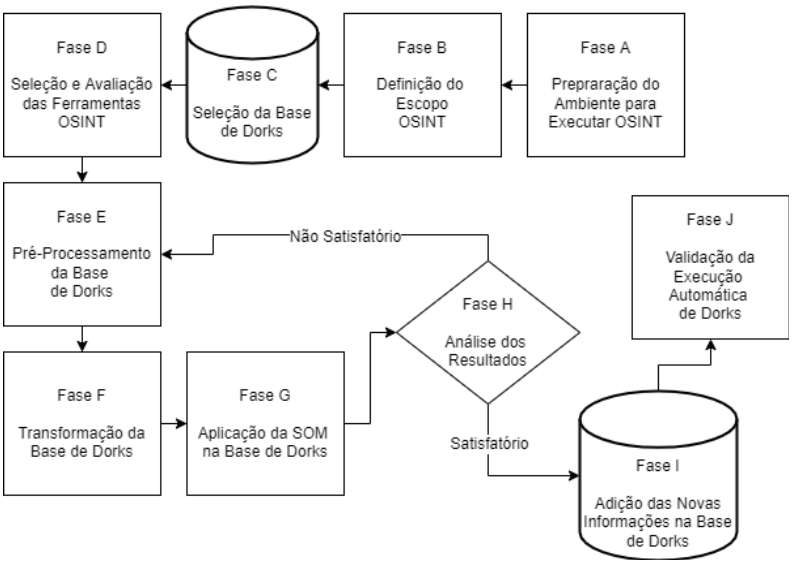



Figura 1 – Fases da abordagem de OSINT com IA para execução automática de Dorks

Os experimentos computacionais foram realizados em um Notebook Lenovo Ideapad320 com as seguintes configurações: Processador Intel Core I5-7200U, 8 Gigabytes de memória RAM, Disco rígido de 1 Terabyte de armazenamento e Placa de vídeo Nvidia Geforce 940Mx com 2 Gigabytes de memória de vídeo.

A abordagem proposta foi dividida em 10 fases para executar Dorks de forma automática, representadas na figura 1.

## 4. Apresentação e Discussão dos Resultados

seguir, apresentam-se os resultados dos experimentos computacionais.

**Fase A – Preparação do Ambiente para Executar OSINT:** As ferramentas para sistemas operacionais Windows foram instaladas em um Windows10 Home Edition, enquanto as ferramentas para sistemas operacionais Linux foram instaladas em um ParrotSec 4.0. Ambos os sistemas operacionais, Windows10 Home Edition e ParrotSec 4.0 foram configurados em máquinas virtuais com o Software VirtualBox.

**Fase B – Definição Do Escopo De OSINT:** Escolheu-se a prática do GH porque é uma das principais práticas para OSINT na fase inicial de um Pentest. Quanto ao alvo da prática do GH, não foi necessário determinar uma página web específica para sua execução. Foi possível executar a Dork sem o parâmetro "Site" e obter como resultado todas as páginas em que o Google encontrar vulnerabilidades, como demonstra a classificação das palavras que compõe a Dork feita por Pan et al. (2012).

**Fase C – Seleção Da Base De Dorks:** Escolheu-se a GHDB da organização Offensive Security por se tratar da maior e mais representativa base de Dorks on-line.

**Fase D – Seleção e Avaliação Das Ferramentas OSINT:** As ferramentas OSINT identificadas nesta fase foram instaladas em sistemas operacionais compatíveis com sua arquitetura. Realizou-se uma busca pelas ferramentas para executar Dorks de forma automática. Encontrou-se um total de 15 ferramentas, utilizando dois mecanismos de busca e um framework OSINT. Os Mecanismos de busca utilizados foram: **Carrot2** e **Google**. Já o framework OSINT foi o **OsintFramework**. Em ambos os mecanismos, buscaram-se pelas ferramentas utilizando as palavras-chave "Dork" e "Automat", de modo a encontrar ferramentas que, em sua descrição, possuíssem a palavra "Dork". Após identificadas, foram instaladas as ferramentas para sistema operacional Linux no ParrotSec, e as ferramentas para sistema operacional Windows, no Windows10 Home Edition. Em seguida, definiram-se os seguintes critérios para selecionar a ferramenta para execução automática de Dorks, conforme descritos na tabela 3.

| ID | Critério | Resposta |
|---|---|---|
| *01* | A Ferramenta permite a inserção de Dorks? | Sim / Não |
| *02* | Qual a quantidade de Dorks que a ferramenta consegue executar? | Valor Numérico |
| *03* | Qual a quantidade de execuções até que o Google faça o bloqueio do tráfego? | Valor Numérico |
| *04* | Qual a quantidade de vulnerabilidades encontradas? | Valor Numérico |
| *05* | Qual o tempo de execução de cada ferramenta? | Valor Numérico |

Tabela 3 – Critérios de seleção das ferramentas para execução automática de Dorks

A ferramenta "**DorkMe**" apresentou melhor desempenho do que as demais ferramentas. Assim, definiu-se por utilizá-la para a execução automática de Dorks.

**Fase E – Pré-Processamento Da Base De Dorks:** Nesta fase, foi pré-processada a base de Dorks definida na fase C. Para isso, as Dorks disponíveis na base foram selecionadas e copiadas para uma planilha em Excel, que foi transformada em um arquivo .CSV. O fluxo das tarefas executadas no pré-processamento da base de Dorks são apresentadas na Figura 2.

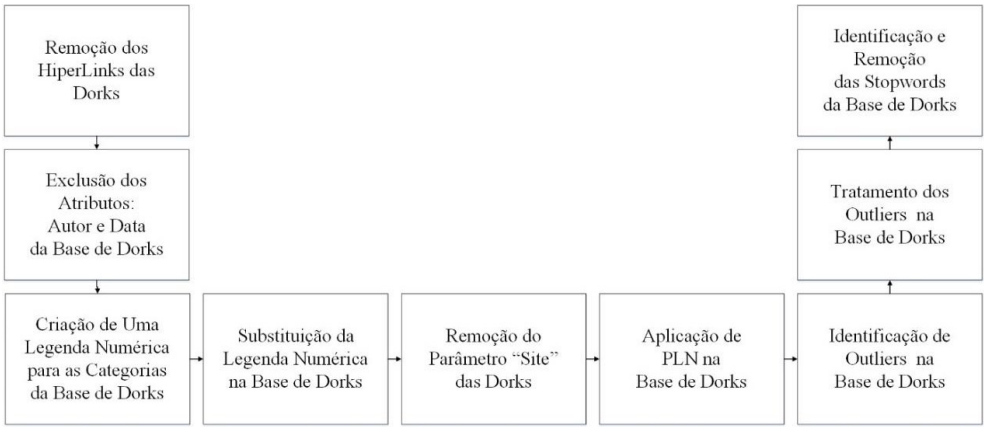



Figura 2 – Fluxo das tarefas executadas no pré-processamento da base de Dorks

A seguir, descrevem-se as tarefas executadas no pré-processamento da base de Dorks. No software Excel, o hiperlink das Dorks e os atributos "Autor" e "Data" da base foram removidos. Tais atributos não foram considerados na abordagem por não influenciarem a extração de conhecimento da base, nem a execução automática das Dorks. Desta forma, a base ficou com 2 atributos restantes: "Dork" e "Categoria".

Criou-se uma legenda numérica para cada categoria presente na base de Dorks, e substituiu-se o valor textual pela legenda numérica, possibilitando que a informação fosse utilizada pela SOM. Após definir a legenda, no atributo "Categoria" da base, os valores textuais foram substituídos por numéricos. Feito isso, o próximo passo foi tornar as Dorks específicas em genéricas, ou seja, modificar as Dorks específicas para um determinado site, para que possam ser executadas em qualquer outra página da internet.

Em seguida, dividiu-se a Dork por caracteres aplicando a tokenização por PLN. Com isso, descobriu-se qual Dork possuía maior quantidade de caracteres em sua composição. Assim, foi possível criar na base de Dorks essa mesma quantidade de atributos para receber as Dorks divididas em palavras.

Após a execução do pré-processamento, descobriu-se que a maior quantidade de caracteres presentes em uma Dork na base era de 148. Assim, acrescentou-se os 148

atributos na base de Dorks, chamados de Caraco1, Caraco2, e assim, sucessivamente até Carac148.

Percebeu-se, neste momento, que poucas Dorks possuíam mais de 100 caracteres em sua composição. Em consequência disso, os últimos atributos da base tinham, em sua maioria, valores como 0 (Zero). Para diminuir essa quantidade de valores, foram identificadas quais Dorks possuíam mais de 100 caracteres, utilizou-se um algoritmo em Python para identificar estas Dorks.

As Dorks identificadas no algoritmo foram tratadas como **outliers**. Essas Dorks possuíam mais de 100 caracteres por dois motivos principais: Dorks compostas e URL's. As Dorks compostas são Dorks que possuem em sua String mais de uma Dork. Já as URLs são links para vulnerabilidades específicas em determinados sites. As Dorks que se tratavam de URL's foram removidas, pois não haveria forma de torná-las genéricas para, assim, executá-las de forma automática em outras páginas web. Já as Dorks compostas foram divididas em Dorks menores, e, em seguida, acrescidas na base em suas respectivas categorias.

No total, encontraram-se 102 outliers, sendo que 93 foram tratados, e 9, removidos. Desta forma, a base passou a possuir uma nova quantidade de Dorks (com mais 217), totalizando 4.428 Dorks na base. Após o tratamento dos outliers, removeram-se as stopwords das Dorks com a aplicação de PLN, a fim de diminuir o tamanho das Dorks e, consequentemente, a quantidade de atributos com uma grande quantidade de valores nulos.

Para a remoção, definiram-se 40 caracteres especiais como stopwords a serem removidas. As stopwords foram definidas com a NLTK, uma vez que essa biblioteca disponibiliza uma lista de caracteres especiais que podem ser removidos de um determinado texto. As stopwords removidas foram as seguintes: ,':;"'!?")()`@~/|*[]^_.+\#%¨¬&©ºª}{£¢§-⌂

**Fase F – Transformação da Base de Dorks:** Após pré-processar a base, foi necessário converter os caracteres das Dorks para um valor numérico, possibilitando assim a aplicação da SOM para extrair conhecimento da base, e tornando-a possível de ser executada automaticamente. Para isso, teve-se como suporte o estudo de Guo et al. (2018), que converte caracteres para seu valor numérico em ASCII para detectar vulnerabilidades do tipo "Estouro de Memória".

A Dork: **inurl:/phpmyadmin/index.php?db=** foi dividida em 25 caracteres convertidos para valor numérico em ASCII, ficando da seguinte forma: 105 110 117 114 108 112 104 112 109 121 97 100 109 105 110 105 110 100 101 120 112 104 112 100 98.

**Fase G – Aplicação da SOM na Base de Dorks:** Após pré-processar e transformar a base de Dorks, foi aplicada a SOM por dois motivos:

a) pela capacidade de execução de Dorks com a ferramenta "DorkMe", selecionada na fase D (Seleção e Avaliação das Ferramentas OSINT). A ferramenta "DorkMe" mostrou possuir um limite, pois só conseguiu executar o arquivo .txt com 1.250 Dorks, não tornando possível executar toda a base de Dorks de forma automática. Também não foi possível executar a base dividida por categorias, pois a categoria "Advisories and Vulnerabilities" possui um total de 1.979 Dorks, quantidade esta superior ao limite da ferramenta.

b) pela necessidade de extração de conhecimento da base de Dorks. A aplicação da SOM não apenas segmentou as Dorks em agrupamentos com quantidade menores de Dorks, como também proporcionou a extração de conhecimento da base com a formação de agrupamentos por similaridade. Tal resultado propiciou uma nova classificação para as Dorks, apoiando assim a execução da abordagem aqui proposta de forma automática.

Apesar de a SOM conseguir executar a base com as Dorks divididas por caracteres, os agrupamentos gerados na rede possuem uma quantidade de Dorks superior à capacidade da ferramenta selecionada. Desta forma, decidiu-se dividir a base de Dorks por categorias e aplicar a SOM em cada uma delas separadamente. A base de Dorks foi dividida em 14 bases menores, cada uma contendo uma categoria. Além disso, removeu-se o atributo "Categoria" das 14 bases, de modo que todas passaram a possuir um total de 85 atributos: o atributo textual Dork contendo a Dork propriamente dita e os 84 atributos numéricos (Caracó1 até Carac84).

Para executar a SOM nas 14 bases de Dorks, definiu-se a dimensão de mapa com 225 neurônios, ou seja, um mapa 15x15, e vizinhança topológica hexagonal. Além disso, os parâmetros usados na fase de treinamento foram: número de épocas (iterações) igual a 3000 e taxa de aprendizado igual a 0,5 (KOHONEN, 1997).

**Fase H – Análise Dos Resultados:** Analisou-se os resultados gerados da aplicação da SOM nas 14 base de Dorks. Nas bases 02 e 10 a SOM não trouxe resultados satisfatórios devido à baixa quantidade de Dorks presentes (20 e 09, respectivamente). Após a geração dos mapas, avaliou-se sua qualidade por meio dos EQ e ET. Na tabela 4, apresenta-se o resultado das métricas dos mapas.

| Base | EQ-Valor Min | EQ-Valor Min | EQ - Percentual de Nós Acima de 1 | EQ | Erro Topográfico |
|---|---|---|---|---|---|
| *01* | *0,0218206* | *6,78658* | *25* | *11,1%* | *0.03846154* |
| *03* | *0,0375418* | *10,1289* | *39* | *17,3%* | *0.04059041* |
| *04* | *0,0950071* | *10,7852* | *22* | *09,7%* | *0.003690037* |
| *05* | *0,0325482* | *1,14028* | *23* | *10,2%* | *0.03174603* |
| *06* | *0,0458371* | *2,41803* | *41* | *18,2%* | *0.008928571* |
| *07* | *0,0322011* | *10,3207* | *47* | *20,8%* | *0.01769912* |
| *08* | *0,0990822* | *77,5008* | *75* | *33,3%* | *0.008849558* |
| *09* | *0,0879076* | *17,6479* | *44* | *19,5%* | *0.008230453* |
| *11* | *0,0835323* | *4,21733* | *22* | *09,7%* | *0.0125* |
| *12* | *0,126779* | *34,8612* | *56* | *24,8%* | *0.006741573* |
| *13* | *0,0205212* | *55,4796* | *57* | *25,3%* | *0.0178117* |
| *14* | *0,0202605* | *62,339* | *13* | *05,7%* | *0.01703407* |

Tabela 4 – Resultados das métricas dos mapas gerados pela SOM

Analisando a tabela 04, percebe-se que os 12 mapas gerados apresentaram ET próximo de 0 (zero). Isso significa que a topologia dos dados de entrada foi preservada. O EQ para os 12 mapas apresentou valores mínimos próximos a zero, o que mostra a qualidade dos

dados dos vetores de entrada. Percebeu-se que os mapas com Dorks em que o EQ ficou acima de 1 (um) tinham caracteres especiais não previstos nas stopwords definidas pela biblioteca NLTK. Esses caracteres possuem valores diferentes do restante dos caracteres alfanuméricos, assumindo um valor distante dos demais caracteres convertidos para ASCII. Pode-se considerar como bons os erros obtidos nos 12 mapas.

**Fase I – Adição Das Novas Informações Na Base De Dorks:** Nesta fase, adicionou-se o conhecimento obtido dos resultados da aplicação da SOM descritos na fase H na base de Dorks definida na fase C. Para isso, foi criado um novo atributo chamado de cluster na base de Dorks. Feito isso, atribuiu-se um valor para as Dorks neste atributo cluster informando seu respectivo agrupamento. Os valores inseridos foram de 01 a 53, pois 53 foi o total de agrupamentos gerados pela aplicação da SOM. Por fim, para cada agrupamento, exportou-se da ferramenta Viscovery SOMine (https://www.viscovery.net/) os agrupamentos de Dorks identificados para arquivos txt. Geraram-se 53 arquivos txt no total.

**Fase J – Validação Da Execução Automática De Dorks:** Nesta fase, as Dorks foram executadas com as informações descobertas com a aplicação da SOM na fase I e com a ferramenta definida na fase C. Para validação da execução automática de Dorks, realizou-se uma comparação entre as execuções manual e automática, utilizando critérios de avaliação baseados no estudo de Bae, Lim e Cho (2016), que são: Tempo total de execução, Tempo de execução por Dork; Quantidade de vulnerabilidades encontradas e; Média em segundos para cada vulnerabilidade encontrada.

Para calcular a Média em segundos para cada vulnerabilidade encontrada, dividiu-se o valor do Tempo total de execução pela Quantidade de vulnerabilidades encontradas. Para validar a abordagem, dois agrupamentos gerados pela SOM foram selecionados: o maior e o menor. O menor agrupamento foi o C1 da base 06 (Vulnerable Servers), com um total de 2 Dorks, que abordam mensagens de phishing. Já o maior agrupamento foi o C1 da base 14 (Advisories and Vulnerabilities), com um total de 1.092 Dorks sobre anúncios provenientes de dispositivos on-line. Na tabela 5, descreve-se o resultado das execuções automática e manual do menor agrupamento selecionado nesta fase.

| Critérios de Avaliação | Automático | Manual |
|---|---|---|
| *Tempo total de execução* | *98 segundos* | *298 segundos* |
| *Tempo de execução por Dork* | *49 segundos* | *149 segundos* |
| *Quantidade de vulnerabilidades encontradas* | *50* | *50* |
| *Média em segundos para cada vulnerabilidade encontrada* | *1,96* | *5,96* |

Tabela 5 – Critérios de Avaliação para a execução de Dorks do menor agrupamento de Dorks

Na tabela 6, apresenta-se o resultado das execuções automática e manual do maior agrupamento selecionado nesta fase.

Analisando as Tabelas 05 e 06, percebe-se que a execução automática foi mais rápida que a execução manual e a tendência é que o tempo de execução cresça, conforme o aumento no número de Dorks. A figura 03 apresenta o tempo de execução por Dork das execuções automática e manual.

| Critérios de Avaliação | Automático | Manual |
|---|---|---|
| *Tempo total de execução* | *14,8 horas* | *70,6 horas* |
| *Tempo de execução por Dork* | *49 segundos* | *233 segundos* |
| *Quantidade de vulnerabilidades encontradas* | *20.810* | *20.810* |
| *Média em segundos para cada vulnerabilidade encontrada* | *2,5* | *12,22* |

Tabela 6 – Critérios de Avaliação para a execução de Dorks do menor agrupamento de Dorks

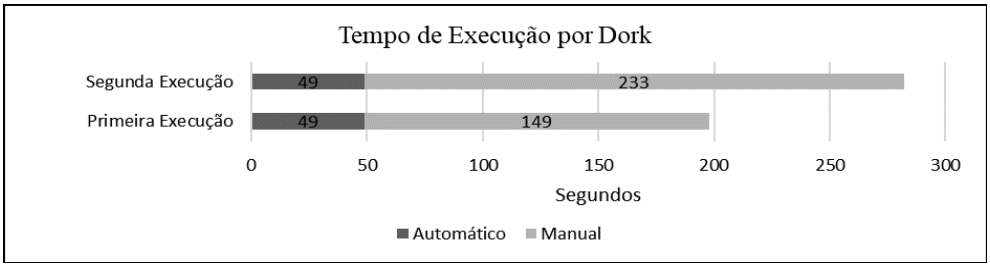



Figura 3 – Tempo de Execução por Dork

Pode-se verificar na figura que a execução automática no menor agrupamento foi 3 vezes mais rápida que a manual. Enquanto a execução automática teve uma duração de 49 segundos para cada Dork, a execução manual teve uma duração de 149 segundos. Já na segunda execução realizada no maior agrupamento, em que havia 1.092 Dorks, a execução automática foi 4 vezes mais rápida do que a manual. Enquanto a execução automática teve uma duração de 49 segundos para cada Dork, e a execução manual teve uma duração de 233 segundos.

A figura 04 apresenta a média em segundos para cada vulnerabilidade encontrada em ambas as execuções.

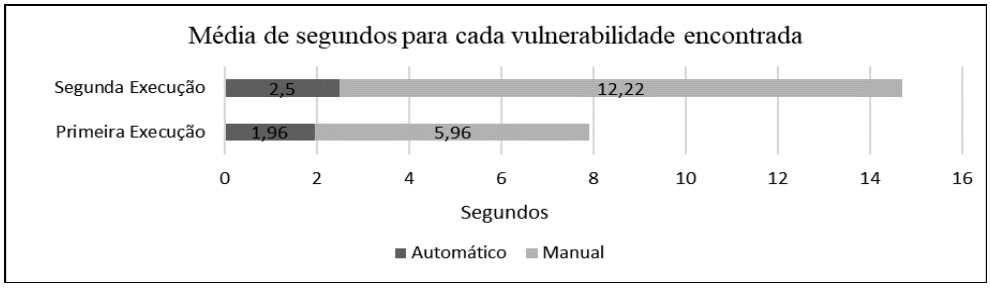



Figura 4 – Média de segundos para cada vulnerabilidade encontrada

A figura 04 apresenta a média em segundos para cada vulnerabilidade encontrada de ambas as execuções (Automática e Manual). Na primeira execução realizada no menor agrupamento, em que havia apenas 2 Dorks, a execução automática foi 3 vezes mais

rápida que a manual. Enquanto a execução automática leva 1,96 segundos para encontrar uma vulnerabilidade, a execução manual leva 5,96 segundos.

Já na segunda execução realizada no maior agrupamento, em que havia 1.092 Dorks, a execução automática foi 4 vezes mais rápida do que a manual. Enquanto a execução automática leva 2,5 segundos para encontrar uma vulnerabilidade, a execução manual leva 12,22 segundos. Essa validação mostrou-se relevante, uma vez que foi possível contrastar as práticas do GH executadas de formas manual e automática. Além disso, tal validação permitiu identificar a média de vulnerabilidades encontradas por segundo, além do tempo de execução por Dork e o tempo total de execução.

Assim, constatou-se que a utilização de PLN e SOM em uma base de Dorks possibilitou que a ferramenta DorkMe, selecionada na fase D desta abordagem, executasse a prática do GH de forma automática. A execução automática do GH é importante porque, como é realizada de forma mais rápida do que a manual, diminui o risco de as vulnerabilidades serem encontradas antes por cibercriminosos. Afinal, para Nagpure e Kurkure (2017), o tempo é um fator crucial para a detecção de vulnerabilidades.

## 5. Conclusão

Visando a necessidade de se buscar meios para encontrar vulnerabilidades em páginas web, desenvolveu-se uma abordagem de OSINT com SOM e PLN para executar Dorks de forma automática, com o objetivo de melhorar a prática do GH.

A comparação dos resultados obtidos evidenciou que a execução automática foi superior que a manual. Além disso, descobriu-se que a diferença entre o tempo das duas execuções só tende a crescer, conforme o aumento de número de Dorks a serem executadas.

A execução automática do GH possibilita que o profissional de segurança da informação, que está executando o Pentest, concentre-se em outras tarefas, como a análise dos resultados obtidos. Isso evita que o profissional utilize seu tempo com tarefas repetitivas, como a execução manual do GH, e permite um melhor aproveitamento de suas habilidades técnicas em outros procedimentos realizados em um Pentest.

Considera-se como contribuição a utilização da abordagem para identificar vulnerabilidades de forma automática, ganhando mais tempo e, consequentemente, diminuindo o risco de as empresas serem vítimas de crimes cibernéticos.

Como continuidade da pesquisa, considera-se a utilização de outras técnicas de IA, aplicadas nas Dorks pré-processadas por PLN, para o desenvolvimento de regras capazes de auxiliar os mecanismos de defesa, como IDS e firewalls, a identificarem a prática do GH, sendo executada ilegalmente em um domínio na web.

Sugere-se também a busca por outras ferramentas além das descritas neste trabalho, e também a criação de novos critérios de avaliação para descobrir qual ferramenta possui o melhor desempenho.

## Agradecimentos

Agradeço à Universidade Nove de Julho - UNINOVE pelo apoio à pesquisa.

## Referências

Amini, M., Jalili, R., & Shahriari, H. R. (2006). RT-UNNID: A practical solution to real-time network-based intrusion detection using unsupervised neural networks. computers & security, 25(6), 459-468.

Bae, M. Y., Lim, H. K., & Cho, D. J. (2016). A study on security diagnosis using automated Google hacking tools-focusing on the US government website. Journal of Advances in Information Technology, 7(2), 93-97.

da Silva, R. C., Evangelista, J. R. G., Sassi, R. J., Lima, A. S., Barbosa, R. P. D., & de Oliveira Gatto, D. D. (2019). Classificação de Fluxos de Dados para Identificação de Anomalias em Honeypots com a Teoria dos Rough Sets. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E18), 393-408.

Evangelista, J. R. G., Sassi, R. J., Romero, M., & Napolitano, D. (2021). Systematic literature review to investigate the application of open source intelligence (osint) with artificial intelligence. Journal of Applied Security Research, 16(3), 345-369.

Fan, Y., Li, J., & Zhang, D. (2018). A method for identifying critical elements of a cyber-physical system under data attack. IEEE Access, 6, 16972-16984.

Ferreira, R. P., Martiniano, A., Napolitano, D., Romero, M., Gatto, D. D. D. O., Farias, E. B. P., & Sassi, R. J. (2018). Artificial neural network for websites classification with phishing characteristics.

Galindo, J. P., Nespoli, P., Marmol, F. G., & Pérez, G. M. (2019). OSINT is the next Internet goldmine: Spain as an unexplored territory. In Actas de las V Jornadas Nacionales de Ciberseguridad: junio 5-7, 2019. Cáceres (pp. 102-109). Servicio de Publicaciones.

Gong, S., Cho, J., & Lee, C. (2018). A reliability comparison method for OSINT validity analysis. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 14(12), 5428-5435.

Guo, H., Huang, S. G., Pan, Z. L., Hu, J. P., & Hu, M. L. (2018, April). Research on Key Data Structure Localization Technology of Buffer Overflow Vulnerability. In Proceedings of the 2018 International Conference on Information Science and System (pp. 81-85).

Howells, K., & Ertugan, A. (2017). Applying fuzzy logic for sentiment analysis of social media network data in marketing. Procedia computer science, 120, 664-670.

Kohonen, T. (1990). The self-organizing map. Proceedings of the IEEE, 78(9), 1464-1480.

Kohonen, T. (2001). Self-Organizing Maps. Springer Series In Information Sciences. Third Edition.

Koops, B. J., Hoepman, J. H., & Leenes, R. (2013). Open-source intelligence and privacy by design. Computer Law & Security Review, 29(6), 676-688.

Kothia, A., Swar, B., & Jaafar, F. (2019, July). Knowledge Extraction and Integration for Information Gathering in Penetration Testing. In 2019 IEEE 19th International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C) (pp. 330-335). IEEE.

McGuffee, J. W., & Hanebutte, N. (2013). Google hacking as a general education tool. Journal of Computing Sciences in Colleges, 28(4), 81-85.

Nagpure, S., & Kurkure, S. (2017, August). Vulnerability assessment and penetration testing of Web application. In 2017 International Conference on Computing, Communication, Control and Automation (ICCUBEA) (pp. 1-6). IEEE.

Noubours, S., Pritzkau, A., & Schade, U. (2013, October). NLP as an essential ingredient of effective OSINT frameworks. In 2013 Military Communications and Information Systems Conference (pp. 1-7). IEEE.

Pan, D., Bai, W., Zhang, S., & Zou, F. (2012, September). Detecting Malicious Queries from Search Engine Traffic. In 2012 8th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (pp. 1-4). IEEE.

Pinto Rico, R. A., Hernández Medina, M. J., Pinzón Hernández, C. C., Díaz López, D. O., & Camilo García Ruíz, J. C. (2018). Inteligencia de fuentes abierta (OSINT) para operaciones de ciberseguridad." Aplicación de OSINT en un contexto colombiano y análisis de sentimientos". Revista vinculos, 15(2).

Settanni, G., Skopik, F., Shovgenya, Y., Fiedler, R., Carolan, M., Conroy, D., ... & Olli, P. (2017). A collaborative cyber incident management system for European interconnected critical infrastructures. Journal of Information Security and Applications, 34, 166-182.

Srivastava, A. K., & Kumar, S. (2018). An effective computational technique for taxonomic position of security vulnerability in software development. Journal of Computational Science, 25, 388-396.

Toffalini, F., Abbà, M., Carra, D., & Balzarotti, D. (2016, July). Google dorks: Analysis, creation, and new defenses. In International Conference on Detection of Intrusions and Malware, and Vulnerability Assessment (pp. 255-275). Springer, Cham.

Vacas, I., Medeiros, I., & Neves, N. (2018, September). Detecting network threats using OSINT knowledge-based IDS. In 2018 14th European Dependable Computing Conference (EDCC) (pp. 128-135). IEEE.

Wang, M., Lu, Y., & Qin, J. (2020). A dynamic MLP-based DDoS attack detection method using feature selection and feedback. Computers & Security, 88, 101645.

You, W., Zong, P., Chen, K., Wang, X., Liao, X., Bian, P., & Liang, B. (2017, October). Semfuzz: Semantics-based automatic generation of proof-of-concept exploits. In Proceedings of the 2017 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (pp. 2139-2154).

Zeroual, I., & Lakhouaja, A. (2018). Data science in light of natural language processing: An overview. Procedia Computer Science, 127, 82-91.

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

Recebido/Submission: 17/05/2023
Aceitação/Acceptance: 27/07/2023

# E-Commerce Marketing and Enterprise Performance Based on Cloud Service Platform

Zhihao Gao[1*], Yuchen Zhao[2], Cheng Kong[3]

**gaozhihaojjl2019@163.com**

[1] Claro M. Recto Academy of Advanced Studies, Lyceum of the Philippines University Muralla Cor. Real Sts., Intramuros 1002 Manila, Philippines

[2] School of Management Engineering, Qingdao University of Technology, Huangdao District 266000, Qingdao, China

[3] Azman Hashim International Business School, Universiti Teknologi Malaysia, Jalan Sultan Yahya Petra, 54100, Kuala Lumpur, Malaysia

**Pages: 440-449**

***Abstract:*** In the big data background of society, a lot of problems and research have involved a lot of data and information, so our manual processing analysis is quite cumbersome. Especially in the context of big data, the research on e-commerce marketing and enterprise performance is very complicated and complicated. We can calculate and analyze the e-commerce marketing and enterprise performance of the cloud service platform only through the calculation and analysis of the association rules data mining algorithm. Association rules algorithm can be used to find and analyze the data link, and help us solve the problem. And we also have proved the superiority of the algorithm by testing our algorithm.

***Keywords:*** Association Rule Data Mining; Cloud Service Platform; E-Commerce Marketing; Research on Corporate Performance

## 1. Introduction

With the continuous development of our economy, our e-commerce marketing and enterprise performance research is more and more difficult (Mar n N. et al., 2016). With the increase of data, our manpower has been difficult to carry out the calculation and analysis in this area, which requires us to use computer technology for auxiliary calculation. Through the research and analysis of computer algorithms, we found that in the calculation requirements of this paper, association rules data mining algorithm for the calculation of this paper is more convenient and quick. So we design a model of e-commerce marketing and enterprise performance based on association rules data mining algorithm (Hong H. et al., 2023). Through the calculation and analysis of the model, it can help us solve such problems. But in the current big data background, the calculation of association rules data mining algorithm is not just can be calculated, but also need us to prepare and analyze the data before we can (Onan A. et al., 2016).

For the calculation of association rules data mining, we first analyze the key points of association rules data mining algorithm, which will help us to analyze the data mining calculation (Jayababu Y. et al., 2016). In addition, we also need the association rule data mining algorithm is derived for calculation and analysis. In addition to the most important, we also need to optimize the process of association rules data mining association rules algorithm, and the traditional data mining algorithm is not directly used for calculation and analysis, so we also need to conduct a detailed study and optimization, otherwise it will lead to computational failure and calculation errors and other issues (Pattanaprateep O. et al., 2017). Through the study of the mining algorithm for association rules of data analysis, it will pierce the limitations of the traditional algorithm of data mining association rules, and broaden the research ideas and calculation. It provides a new way for us to study e-commerce marketing and enterprise performance (Huang J Jet al., 2017).

## 2. State of the Art

In the international community, the research of association rule data mining started early in the United States of America in the 50s of last century (Luna J M. et al., 2015). The rise of association rule data mining algorithm is due to the advent of the era of big data in the United States, so we urgently need a fast and accurate processing of data of a computer algorithm. Through the data mining association rules algorithm, to help people to solve many complicated problems, it has become an indispensable means of calculation of the US, and it has a wide range of applications in finance and e-commerce, and this is the number one reason according to association rules mining algorithm (Li L. et al., 2016).

Association rule data mining algorithm is introduced to China in the late 1970 s, and we had already discovered the importance of association rule data mining algorithm, but suffer from the limit of computer technology, so our research is difficult to carry out. However with the rapid development of computer technology (Wang Jet al., 2016), the calculation and use of the data mining of association rules is gradually taking place. We have begun to contribute our own power to research in many areas of the country, helping us to solve many of the technical problems of finance. Now the big data analysis in China is inseparable from the association rule data mining algorithm (Chaturvedi K. et al., 2015).

## 3. Methodology

### 3.1. Construction of cloud service platform model based on A priori algorithm

The A priori algorithm is mainly used in the processing of the basic data in the computer model field. In the process of building the cloud service platform model, we use the A priori algorithm to calculate the process of basic data. In the calculation process, the A priori algorithm is mainly find more frequent data from a large number of candidate data, which is mainly composed of two parts: the pruning and connection is a connection part. In order to get more frequent items in the basic data, we use the frequent items to

connect with them, so that we need the candidate set in the preliminary processing of the later data. If A and B are frequent data sets in P, and if we want to get more frequent Semite, we should requires the number of transactions A and B in the effective treatment method according to the A priori algorithm in the dictionary, and in accordance with the rules of order, we get what we need frequent items; two is the pruning step. The pruning step is to delete frequent items. Because the basic data we need to deal with is relatively large, and it leads to more frequent items in the previous section, which makes our workload much stronger. So after in the first part, we need to use the A priori algorithm pruning step for us to get in front of the frequent items for effectiveness, and if the candidate set an item no longer frequent Semite, through a super set of the non-frequent Semite are not frequent Semite in nature, we can cut out the non-frequent items. We finally will be chosen by the candidate set of support degree is high by scanning each subset of candidate set in database support degree, the rest of the candidate set drops, get basic data of frequent items in the end .The flowchart of the specific A priori algorithm is shown below: the construction of the platform model:

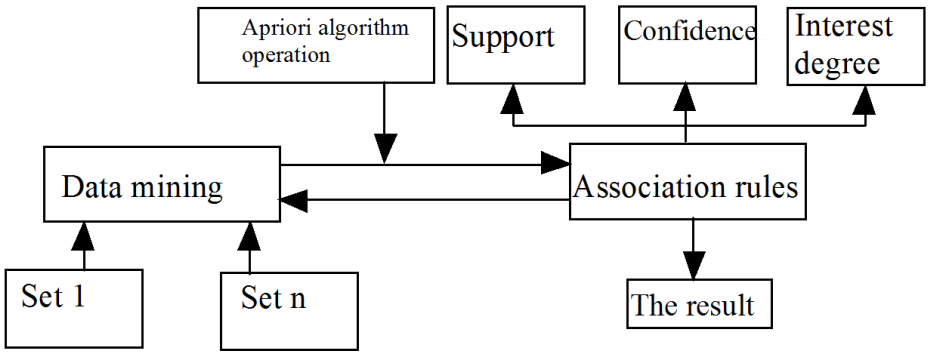



Figure 1 – A priori algorithm flow chart

As we can see from the figure above, the A priori algorithm does the following steps: first, scan the entire base database. Scan our basis for the entire database, and then define what we need in the process of building a model of the support degree and threshold, we will be in the process of the model design threshold initial value is set to 1; the second is to calculate the amount of support. In the process of algorithm calculation, we need to calculate the support degree of the basic data. This process, we calculate the support degree by means of scanning. The third is the comparison between support and threshold value. We will support basic data after the scan is complete, use is due to the threshold of our initial values are compared, and the effectiveness of the support in the process of inspection, if less than the threshold, we will stay on if support is greater than the threshold, we will put these data out; The fourth is to determine whether the frequent sets are empty. During the screening process of basic data, it is likely that a small number of empty seats will be generated due to the algorithm's vulnerability, which is to delete the empty set. Five is to use the two important calculation methods mentioned above in the

A priori algorithm to connect and pruning the candidate sets left by the previous steps to select the frequent item sets. Let's say that the association rule is the form of X, Y, and the relationship between the term set X and the set Y is X'ING, Y. The association rules can be measured in terms of support and confidence. Support for X and Y in the entire transaction appear at the same time, the probability of represents the importance of the rules, and the degree of confidence can be used in transaction contains X Y expressed by probability of appearance, namely, P (X | Y) conditional probability, represents the rules of credibility. The specific selection method is formed by the following formula:

$$\text{support}(X \to Y) = \text{support}(X \cup Y) = P(X \cup Y) \tag{1}$$

$$confidence(X \to Y) = \frac{support(X \cup Y)}{support(X)} = \frac{P(X \cup Y)}{P(X)} \tag{2}$$

In the formula above, the set of items is called a set of items, and the set of k entries is called the k item set. If the support level of item set I is greater than the minimum support number, then the I is the frequent item set, and the frequent k item set is generally expressed in L.

In addition, any subset of frequent items must be frequent Semite, and any subset of non-frequent items must be non-frequent Semite. The proof formula is as follows:

$$Support(A) = \frac{A.Count(T)}{|T|} \geq \frac{X.Count(T)}{|T|} = Support(X) \geq min\text{-}sup \tag{3}$$

Mainly used in the calculation formula of the association rules and association rule mining process mainly consists of the following two parts, one is the search for candidates focus of frequent Semite, and find out the frequent Semite from the above definition, the number of support in the basic data is less than our defined thresholds. The second is the strength of association rules. We use strong association rules to select the basic data. This rule requires two conditions, minimum support and minimum confidence threshold.

### 3.2. Analysis of A priori algorithm of association rules data mining algorithm

Every computer algorithm is not perfect, and the algorithm needs to be optimized before it can be used. The association rule data mining algorithm used in this paper is no exception. We chose the A priori algorithm with the most use of association rules for calculation and analysis. Now we are mainly optimizing the A priori algorithm, and we can optimize the A priori algorithm we use.

Compared with other algorithms in association rules, the computation process is relatively simple. The thought and method of calculation is also very simple, which is to calculate by iteration calculation over and over again, to find and calculate the

analysis and release process of the set of items we need. We're going to do a little bit of a little bit of deletion of the items that we don't need in our calculations, and we're going to do a little bit of deletion, and then we're going to do what's left over, of course, what we're going to need. The advantage of this method is good calculation accuracy and computational efficiency gradually increased, but the downside is clear, that is to calculate a lot of work, although the computing time reduce step by step, but always does not reduce computing time, especially in the users set of minor support worshiping value, algorithm of execution efficiency is very low.

The A priori algorithm we use is calculated by merging the connections. I'm going to make sure that the last one is different, and then I'm going to calculate the next item, and I'm going to keep going. But the increase in computing time is so severe that the calculation is inefficient. If the method for generating candidate sets is improved, the efficiency of the algorithm can be improved to a certain extent.

On calculation, we are according to the Minimum Support for calculation and analysis, the Minimum Support (Minimum Support) and Minimum Confidence (Minimum Confidence): these two attributes are set by the user according to the actual situation, the Minimum Support is mainly used in the statistical measure of association rules in the lowest and Minimum Confidence measure of association rules in the lowest value of reliability.

For the calculation of threshold value, we use the following formula:

$$Support(X) \geq min\text{-}support \tag{4}$$

With the increase of threshold, the data we have deleted is also increasing. In addition, we also introduced a new concept, that is interest, interest degree is used to measure whether we calculated results accord with the requirement of our a calculation, in the process of our calculation, we often can discover a phenomenon, that is a high degree of confidence and support the results of the calculations are not what we want, so we will need to use the scale to abridge formula calculation, the calculation of degree of interest in our calculation and analysis using the following formula:

$$I = Interest\ (X \Rightarrow Y) = \frac{confidence\ (X \Rightarrow Y) - support(y)}{\max\{(X \Rightarrow Y), support(y)\}} \tag{5}$$

The calculation of the above formulas is the whole process of optimization of the data mining algorithm of association rules. Through our optimization, we really design the algorithm of association rules data mining. But we still need to be an important part of the process that is the establishment of computer calculation model, the mathematical model by means of binary encoding of imported computer calculation analysis. The computer calculation model we established is shown in figure 2 below:

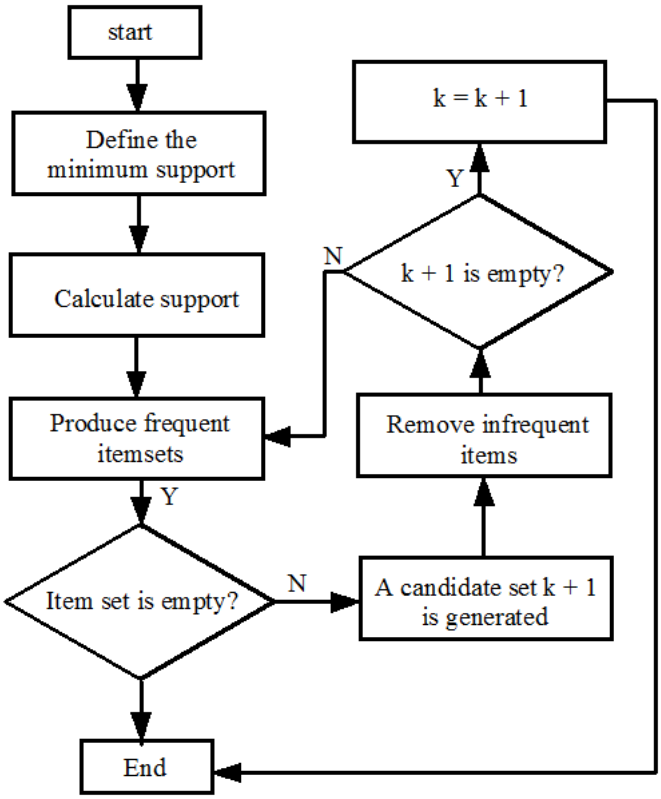



Figure 2 – Association rules computer computing model

## 4. Result Analysis and Discussion

To analyze the A priori algorithm and we improved A priori algorithm in this paper. We set up the following experiment. The parameter item is set to 5 and Minsk=0.56 with minimum support. That is, the association rule mining of five data in the database finds all the frequent Semite that support greater than minimum support.

First of all, our frequent Semite: $Item = \{\{I_1\},\{I_2\},\{I_3\}\}$, Corresponding support number $(Count) = \{5,6,7\}$.At the same time, we test and calculate data mining. First we first iterate the parameters and get the number of expenditure of the five sets. Then, according to the formula: support value = support number/total transaction number, get C1, and then according to our set of minimum transaction support degree 0.56. Let me get my set L1. We have set up a collection of items as shown in table 1 below.

| Set D1 | | Set D2 | |
|---|---|---|---|
| Serial number | Project set | Serial number | Project set |
| 1 | A | 1 | A |
| 2 | B,D,E | 2 | A,C,F,I |
| 3 | A,C,F,I | 3 | E |
| 4 | E | 4 | A,C,E,G,I |
| 5 | A,C,E,G,I | 5 | B,E,H |

Table 1 – calculates the item set

By computing the data in the above table, we can get the calculation data of the table below, but only our preliminary calculation data.

| L1 | Support | C2 | Support |
|---|---|---|---|
| A | 4 | AB | 2 |
| B | 2 | AC | 1 |
| C | 4 | AE | 1 |
| D | 4 | AF | 2 |
| E | 3 | AI | 0 |
| F | 2 | BC | 1 |
| G | 3 | BE | 2 |

Table 2 – first calculated data sheet

Make $L_1 \oplus L_2$ with collection C2, and compare the C2 support with minimum support

found C2 support are all less than the minimum support cut so the set, so we find all frequent Semite.

The following calculation results can be obtained through further calculation, as shown in table 3.

| C3 | Support | L3 | Support |
|---|---|---|---|
| ACF | 1 | ACI | 2 |
| ACG | 1 | BEH | 2 |
| AC | 2 | | |
| CF | 3 | | |
| EH | 2 | | |

Table 3 – Final calculation results table

Observing the above table data, we find that our optimized correlation rule data mining algorithm can calculate the calculated results that we need. It is a kind of algorithm which can calculate the fast speed. Through our after optimization, we can see clearly in the calculation steps, we compared calculation steps of the original calculation steps to simplify a lot of, this means that we can in our calculation can save a lot of computation time. It has helped us to reduce a lot of unnecessary computing steps, and it is a way of optimizing a relatively perfect calculation that basically achieves the goal of our calculation. Though this but we still want to contrast test of computing time, we not only requires the result of the algorithm is able to calculate the complete we need, also need a good grasp of computing time. Not only improve the ability to compute, but also improve the speed of computation. We have designed a set of calculation and determine the time of the experiment, we tested by means of contrast experiment, the traditional algorithm and optimization algorithm of computing time, guarantee the other condition is constant, we calculation and analysis for different number of nodes. Set the node to be calculated by 1 to 5 nodes, and the calculation time comparison chart is shown in figure 2 below.

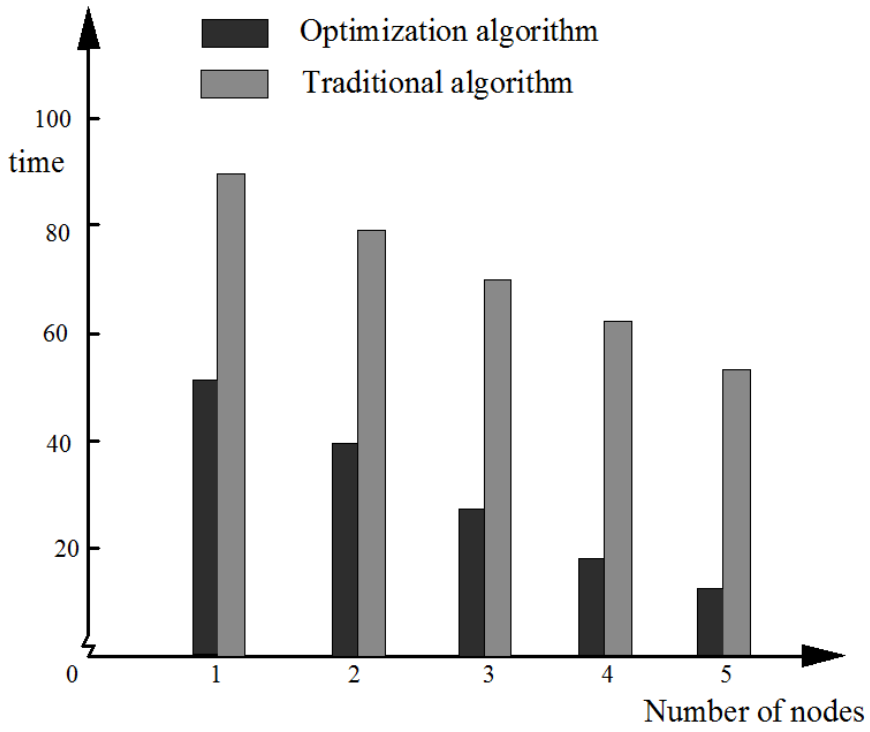



Figure 3 – Computation of time comparison chart

Through the above test results we can see clearly that although the two algorithms computing time is increased with the increase of number of nodes decreases, however,

both the initial computing time and computing time finally computing time loss, this paper, the optimized algorithm has great advantage. From the above we can see that at the time of computing nodes is 1, the traditional algorithm of calculation time was 89 seconds, but we the optimized algorithm of computing time is only 56 seconds, with the increase of number of nodes, the optimized algorithm of computing time decline rate is soon, in the node number is 5, calculation time was only 11 seconds, but the traditional algorithm of computing time with 57 seconds, than we initially optimized algorithm of computing time is short. We can prove the superiority of our optimized algorithm. However, we can't be proud of it, and we need to continue our research to find out more convenient association rules data mining algorithms.

## 5. Conclusion

In the context of big data, the processing of information and the difficulty of collecting are multiplied, especially the research on e-commerce marketing and enterprise performance is more difficult. So we began to think of calculation and analysis using a computer algorithm, through the use of association rule data mining technology, to help us solve a lot of problem, so we this paper established a computer calculation model based on data mining of association rules. In addition, through the test for association rule data mining algorithm we use, we optimized algorithm can quickly calculate the accurate results, calculation steps had very great compact compared with the traditional algorithm, the accuracy of the calculation results also improved a lot. In addition, we have two kinds of algorithm of computing time for the test and analysis, at the time of computing nodes is 1, the traditional algorithm of calculation time was 89 seconds, but we the optimized algorithm of computing time is only 56 seconds, in the node number is 5, the optimized algorithm of computing time only 11 seconds. Compared with traditional algorithms, we reduce the computation time by half, and the more compute nodes, the more the computation time decreases.

## References

Chaturvedi K, Dr. Ravindra, D. K. (2015) Fuzzy C-Means based Inference Mechanism for Association Rule Mining: A Clinical Data Mining Approach. International Journal of Advanced Computer Science & Applications, 6(6).

Hong H, Viriyavejakul C. (2023) Study on Learner Comprehensive Evaluation Model Driven by Multi-Source Process Data. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E55): 414-427.

Huang J J, Bo T, Chen X M, et al. (2017) Spatiotemporal Distribution of Lightning Disasters of Power Lines in Hubei Province Using Data Mining Based on Apriori Association Rules. Journal of Applied Sciences, 35(1):31-41.

Jayababu Y, Varma G P S, Govardhan A. (2016) Mining Spatial Association Rules to Automatic Grouping of Spatial Data Objects Using Multiple Kernel-Based Probabilistic Clustering. Journal of Intelligent Systems, 26(3).

Li L, Lu R, Choo K K R, et al. (2016) Privacy-Preserving-Outsourced Association Rule Mining on Vertically Partitioned Databases. IEEE Transactions on Information Forensics & Security, 11(8):1847-1861.

Luna J M, Romero C, Romero J R, et al. (2015) An evolutionary algorithm for the discovery of rare class association rules in learning management systems. Applied Intelligence, 42(3):501-513.

Marin N, Ruiz M D, Sánchez D. (2016) Fuzzy frameworks for mining data associations: fuzzy association rules and beyond. Wiley Interdisciplinary Reviews Data Mining & Knowledge Discovery, 6(2):50-69.

Onan A, Bal V, Bayam B Y. (2016) The Use of Data Mining for Strategic Management: A Case Study on Mining Association Rules in Student Information System / Upotreba rudarenja podataka u strateškom menadžmentu: analiza slučaja upotrebe pravila pridruživanja rudarenja podataka u informac, 18(1): 41-70.

Pattanaprateep O, Mcevoy M, Attia J, et al. (2017) Evaluation of rational nonsteroidal anti-inflammatory drugs and gastro-protective agents use; association rule data mining using outpatient prescription patterns. Bmc Medical Informatics & Decision Making, 17(1):96.

Wang J, Li H, Huang J, et al. (2016) Association rules mining based analysis of consequential alarm sequences in chemical processes. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 41:178-185.

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

Recebido/Submission: 10/05/2023
Aceitação/Acceptance: 18/07/2023

# The Application of Data Mining in Predicting the Total Box Office of Chinese Kungfu Movies

Guangsheng Meng, Feroz De Costa*, Diyana Kasimon

**iloveputra@sina.com**

Department of Communication, Faculty of Modern Languages and Communication, University Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

**Pages: 450-456**

***Abstract:*** Box office is one of the important factors measuring the development of the film market. This article combines existing research on factors that affect box office performance with the actual situation of the domestic film market. Using data mining technology and crawler technology to crawl domestic movie data from multiple websites, select factors such as movie type, number of short reviews, Baidu index, and creator brand rating that have a significant positive impact on the total box office of domestic movies as features. Using multiple linear regression models to effectively predict the total box office of domestic films, in order to provide certain reference value for domestic film investors and producers.

***Keywords:*** Data Mining, Chinese Kungfu, Box Office.

## 1. Introduction

At present, the common goal of any company that focuses on movies is to maximize the profits of the box office. However, the factors that affect the box office of a movie are complex and diverse. Whether it is the various complex steps of early preparation, filming, post production, promotion and distribution in film production, the length of the production cycle, and the amount of initial investment, all of the above issues will affect the final quality of the movie and the trend of the box office (Lu, W., 2019). It is precisely the lack of control over the aforementioned issues that has led to the emergence of a large number of films with high investment and low returns in the current film market. There may also be situations where excellent films have insufficient budget in the early stages, resulting in poor production and insufficient box office momentum in the end. The root cause of these problems is generally due to the difficulty of controlling the final box office between investors and producers in the early stages of film development, resulting in resource mismatch (Khraisat A. et al., 2021). So in the early stages of film development, predicting the box office based on the basic information and special nature of the project to be developed is of great significance for the film and television industry. For films that have not been filmed, the film investor and producer can evaluate them based on the script content, production team, candidate cast list, or other established influencing factors, and can predict the box office volume in advance. By predicting box office data in the early stage, investors will have reference for whether to invest, investment ratio, and

investment risk assessment (Lu, W., 2019). Based on the predicted return on investment, the production team can choose the optimal cast and match the best production team. For films that have already been filmed and produced, investors can reasonably allocate promotional and distribution expenses based on the predicted box office volume, and develop marketing plans that conform to the characteristics of the film. For films that have already been released, real-time box office prediction data can be used to plan the number of cinemas and formulate seating strategies in a timely manner, in order to maximize box office profits (Madongo, C. T. et al., 2018). Therefore, predicting box office performance and identifying factors that affect it are of great practical significance for understanding investment risks, team building, guiding advertising, and developing release strategies. In addition, as an important component of China's cultural industry, movies are an important manifestation of China's cultural confidence and play a crucial role in communicating with world cultures (Arcinas M M. et al., 2021). By studying the influencing factors of film box office, we aim to enhance the international competitiveness of China's film box office. Convey the unique cultural and ideological core of our country to various parts of the world through movies. Communicating with other countries and regions around the world is beneficial for enhancing China's cultural confidence and enhancing cultural exchanges with the world (Ahmad, I. S., et al., 2020; Casolla G. et al., 2019).

## 2. K-Means Clustering

China's film industry is entering a period of rapid development. The 2021 China Film Market Data Report released by the National Film Administration shows that the total box office of Chinese films in 2021 reached 4725.8 billion yuan. The number of viewers in urban cinemas reached 1.167 billion, of which domestic films grossed 39.927 billion yuan. Accounting for 8449% of the total box office of the year, becoming the absolute mainstay of the film market (Kumar S., 2020). Box office is one of the important factors measuring the development of the film market (Hou R., et al., 2020). The research on box office prediction for movies at home and abroad is mainly divided into two aspects. On the one hand, research on the prediction model of movie box office (Xiong J., et al., 2018). The mainstream methods related to movie box office prediction can be divided into three categories: (1) machine learning methods, mainly including linear regression model, random forest model, etc. - 3; (2) Neural network models, mainly including multi-layer neural network models, feedback neural networks, etc. 6; (3) Deep learning models mainly include convolutional neural network model, long short term memory (LSTM) model and transformer model. On the other hand, it is a study of the influencing factors of movie box office. Many researchers have conducted in-depth research on many factors that affect the box office of movies, among which the factors that are significantly positively correlated with the degree of impact on the box office are mainly film type, release schedule, online search situation, actor influence, film rating, number of reviews, word-of-mouth, and the brand level of the main creator. In summary, this article combines existing research on the influencing factors of film box office with the actual situation of the domestic film market, and uses data mining technology to predict the total box office of domestic films.

In data mining methods, clustering refers to the various types of data represented by things. Finding their correlation points in similar data and aggregating similar things to achieve the goal of object classification (Wang W., et al., 2020). The optimal implementation of clustering is to cluster the dataset of things through one or more data mining algorithms. The data of each data point within the cluster should be as similar as possible, but the data of data points between different clusters should be as different as possible. Clustering is different from conventional statistical classification. Conventional statistical classification is the process of categorizing new things based on their characteristics after knowing how many categories they are divided into (Guamán Loachamín D S., et al., 2020). Clustering can be achieved by researchers using clustering algorithms to analyze the relationships between object data without prior knowledge of how many classes a set of things can be divided into.

## 3. Data Acquisition

### 3.1. Film Data Platform

At present, the mainstream film data platforms in China include Cat's Eye Professional Edition, Lighthouse Professional Edition, and Douban Film. The data of this article comes from two parts. The first part is the basic data of the film, including the film title, director, starring, release time, etc. The basic data comes from the public data of Douban Film, Baidu Baike Encyclopedia and other websites. The movie data in the second part includes box office, first day box office, and wanted to watch data, all from the Cat's Eye Professional Edition. (1) Douban Film Douban Film is currently a mainstream film review community in China, and the platform stores relatively complete movie data, covering a wealth of movie information. It provides a detailed record of the basic information of the film, including data from twelve dimensions including the film name, director, screenwriter, lead actor, and genre, covering all the basic information required for this box office research. In addition, the platform has gathered a large number of film enthusiasts and critics [16]. Therefore, the overall quality of the platform's users is relatively high, and the ratings for movies are relatively objective. The evaluation of movies is relatively professional, accumulating rich long and short review data, and excellent data for the research of movie word-of-mouth. Therefore, basic information and word-of-mouth data about the film will be obtained through Douban Film. Cat Eye Professional Edition is a network information platform developed by Cat Eye Company, specifically designed to provide real-time and accurate movie data for practitioners in the film and television industry. It is also the first platform in China to update movie related business data in real-time at the second level. Through this platform, it can easily obtain information about all daily released films, such as release time, comprehensive box office, current film production percentage of each film, average number of people per show, attendance rate, and other information. This part of the data is collected by the Office of the National Film Industry Development Special Fund Management Committee (referred to as the Special Fund Office). Cat's Eye synchronized the data with the Special Fund Office on the same day, and the data has authenticity and timeliness.

### 3.2. Research on Movie Box Office Prediction Based on Neural Networks

Neural networks are an important field in deep learning, and BP neural networks and convolutional neural networks are two important algorithms in this field [17,18]. This chapter first builds a model for predicting total box office based on BP neural network, and then establishes a prediction model with higher prediction accuracy based on convolutional neural network. Finally, the prediction model designed in this article was evaluated and compared through experiments to verify the effectiveness of the model.

Before constructing the model, it is necessary to preprocess the previously determined influencing factors to ensure the integrity and uniformity of all data. This lays the data foundation for subsequent research. (1) Data cleaning is the first step in data preprocessing, mainly targeting noisy data, dirty data, and null values in the dataset that affect experimental results and can easily cause program anomalies. Noise data: refers to the data that deviates or errors the final analysis results in actual experimental operations, mainly including erroneous data, abnormal data, false data, etc. For the processing of noisy data, methods such as box splitting, clustering, regression, and smoothing are generally used to dirty the data [19,20]. Refers to incomplete, imprecise, or repetitive data, or other data that may not be consistent with the target data. These data have a significant impact on the final analysis results, which may cause confusion in the final experimental data or directly lead to program anomalies. Dirty data is generally processed by detecting and deduplicating duplicate values in the dataset, and probability statistics methods can also be used to find abnormal data null values: referring to the value of the original data with a null value, the record is generally deleted. But if the data is more important, it may be replaced with default values, average values, or the most likely values. In this study, data normalization involves a variety of data types and there are significant differences between data. Therefore, before establishing a neural network, all data needs to be preprocessed. The specific method is to normalize all data and adjust each category of data to [0,1]. Within this range, the order of magnitude of all data is unified to one dimension, ensuring the accuracy of predictions.

## 4. Result and Analysis

### 4.1. Model Parameter Optimization

The popularity in this article can also be referred to as the popularity index, which includes Baidu Index and 360 Trends. At present, Baidu is still an important part of Chinese netizens' search, and the popularity index released by the platform is widely recognized. 360 is also a well-known antivirus software, and most users who install 360 Security Guard will use the browser developed by the company. 360 has developed a "360 Trend" for user search trends. At present, search engines are still one of the most important online portals. After seeing movie information, most viewers will immediately search for relevant terms on search websites such as Baidu to learn about relevant information. So the popularity index of the movie also reflects the degree to which the movie is understood by the audience, and this indicator has been applied in data research. The selection of this popularity data includes the average of Baidu Index and 360 Index 90 days before the film's release for research. This section establishes a movie box office prediction model based on BP neural network based on sample data,

and conducts experimental analysis on the optimization of parameters such as network structure, number of hidden layer nodes, initial network value, learning rate, and number of hidden layer layers of the model.

Research has shown that increasing the number of layers in a neural network can improve prediction accuracy, but having too many layers can lead to complex overall structure and low learning efficiency. Therefore, this study selected the traditional three-layer BP neural network, including input layer, output layer, and a hidden layer, to build the model

In the framework of the movie box office prediction model, after determining the number of network layers and input/output nodes, it is necessary to determine the number of hidden layer nodes. In specific research, determining the number of hidden layer neurons has always been a complex problem. In theory, the hidden layer of a three-layer BP neural network can select any number of neurons to describe the mapping relationship between input and output. However, in the experiment, if the number of neurons in the hidden layer is small, the network model cannot reflect the relationship between input and output, resulting in significant errors in the final experimental results. If there are too many neurons, the complexity of the model will increase, which will lead to a long learning time, and the possibility of "overfitting" will increase. Therefore, after considering computer computing power and prediction complexity, we first ensure that the sample data and network structure remain unchanged, and set a smaller neuron value to calculate the results. Continuously increasing the number of neurons, ultimately determining the experimental group with the smallest error by comparing several training results. Select the corresponding number of hidden layer neurons as the number of hidden layer neurons for this experiment.

### 4.2. Learning Rate Selection

To use gradient descent algorithm in neural networks, it is first necessary to determine a basic search direction and moving step size, which can reduce the prediction error of the objective function. Then use the experimental results to determine the new direction and moving step size, and repeat the operation to find the next search direction and moving step size. Through this continuous iteration, the prediction error will also reach the threshold. Similar to the method of determining the number of hidden layer neurons in this process, there is currently no clear method to determine the learning rate. If the step size is too large, it can lead to a search that is too fast and easily skip the optimal solution, but if the step size is too short, it can cause the search results to be too slow. Therefore, in practical applications, the learning rate is generally determined by trial and error or based on experience. This article selects the optimal learning rate from 0.1 to 1 for experiments. The results show that when the number of hidden layer neurons is 17 and the learning rate is 0.2, the accuracy of the model reaches 75%. So in this article, the number of nodes selected for the hidden layer is 17, and the learning rate is 0.2.

## 5. Conclusions

This article designs a multiple linear regression movie box office prediction model based on comment text, which verifies the effectiveness of comment data in box office

prediction and reveals the degree of influence of various influencing factors on movie box office. Establishing a first day box office prediction model based on the number of viewers and the pre movie popularity index provides an important basis for predicting the total box office in the later stage, and also provides decision-making reference for the film and television industry and relevant management departments. A movie box office prediction model based on BP neural network and convolutional neural network was designed based on the selected influencing factors. The prediction model was optimized through experiments, and the prediction accuracy was improved. In the study of box office prediction based on convolutional neural networks, comment text data was incorporated as eigenvalues for box office prediction. A box office prediction model based on comment text and convolutional neural networks was constructed. The data processing process in the model was optimized through experiments, improving the efficiency and accuracy of the prediction model. Through comparative experiments, it has been proven that the prediction performance based on comment text and convolutional neural network models is better than traditional regression models and BP neural network models, with a prediction accuracy of 85% and an optimal prediction accuracy of nearly 90%

## References

Ahmad, I. S., Bakar, A. A., Yaakub, M. R., & Muhammad, S. H. (2020). A survey on machine learning techniques in movie revenue prediction. SN Computer Science, 1, pp.1-14.

Arcinas M M, Sajja G S, Asif S, et al. (2021) Role of data mining in education for improving students performance for social change. Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation, 32(3): 6519-6526.

Casolla G, Cuomo S, Di Cola V S, et al. (2019) Exploring unsupervised learning techniques for the Internet of Things. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 16(4): 2621-2628.

Guamán Loachamín D S, Álamo Ramiro J M, Veljanova H, et al. (2019) Ranking online services by the core areas of trustworthiness. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E19): 465-478.

Hou R, Kong Y Q, Cai B, et al. (2020) Unstructured big data analysis algorithm and simulation of Internet of Things based on machine learning. Neural Computing and Applications, 32: 5399-5407.

Khraisat A, Alazab A. (2021) A critical review of intrusion detection systems in the internet of things: techniques, deployment strategy, validation strategy, attacks, public datasets and challenges. Cybersecurity, 4: 1-27.

Kumar S, Kumar-Solanki V, Kumar Choudhary S, et al. (2020) Comparative study on ant colony optimization (ACO) and K-means clustering approaches for jobs scheduling and energy optimization model in internet of things (IoT).

Lu, W. (2019, August). Research on movie box office prediction model with AHP method. In Proceedings of the 2nd International Conference on Information Management and Management Sciences, pp. 177-181.

Lu, W. (2019, December). Research on Prediction of Movie Box Office Based on Internet Comments. In 2019 12th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID), Vol. 1, pp. 11-14. IEEE.

Madongo, C. T., & Jahanzeb, H. (2018). Movie Box-Office Revenue Prediction Model by Mining Deep Features from Trailers Using Recurrent Neural Networks. Hassan, Movie Box-Office Revenue Prediction Model by Mining Deep Features from Trailers Using Recurrent Neural Networks.

Wang W, Xia F, Nie H, et al. (2020) Vehicle trajectory clustering based on dynamic representation learning of internet of vehicles. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 22(6): 3567-3576.

Xiong J, Ren J, Chen L, et al. (2018) Enhancing privacy and availability for data clustering in intelligent electrical service of IoT. IEEE Internet of Things Journal, 6(2): 1530-1540.

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

Recebido/Submission: 25/06/2023
Aceitação/Acceptance: 28/08/2023

# The Application of Digital Virtual Images in the Protection and Dissemination of Cultural Heritage

Shangquan Xiong*, Weiqing Yang

**xiongsqth@126.com**

Graduate School of Suan Sunandha Rajabhat University, 10300 Bangkok, Thailand

**Pages: 457-467**

***Abstract:*** Digital resources, as an effective means of digital storage, can be preserved for a long time. On the one hand, it provides high-quality data sources for the implementation of salvage protection of intangible cultural heritage. On the other hand, it can compensate for the problems of resource heterogeneity, single storage method, and currently undefined protection level and priority in the rescue protection of intangible cultural heritage. Due to the complexity of intangible cultural heritage and the liveliness of its cultural space, ensuring the long-term preservation, visibility, and readability of digital images is a problem that image recorders need to consider. In the process of transforming dynamic cultural heritage into digital images, it is necessary to restore and reproduce the original ecological behavior of intangible cultural heritage. This article explores how digital imaging can be applied to the protection of intangible cultural heritage. Through the virtual reality technology integration of computer graphics, multimedia, digital animation, network communication and modern technology cloud storage service system, real scenes and virtual objects are superimposed in real time, and innovation is the inheritance and development of intangible cultural heritage solutions.

***Keywords:*** Digital Virtual Imaging; Intangible Cultural Heritage; Inheritance Space; Adaptive Protection

## 1. Introduction

Digital media is mainly a medium that exists in digital form and is promoted in digital form. At present, the manifestations of digital media include digital movies, digital newspapers, online media, digital television, and other applications of digital technology, using screens as carriers of expression. Compared with previous mass media, digital media communication has the characteristics of digitalization and two-way communication. Digital media is not only the mainstream mode of media at present, but also provides a platform for exploring and practicing the modernity of art, resulting in various forms of artistic existence with mixed patterns. The biggest feature of digital media products is interactivity, and digital media works are jointly completed by hardware, software, and user participation (Alulema R X P. et al., 2020). How to give vitality to digital media, enhance the humanistic literacy of artistic creation, and break free from digital technology flaunting are issues that need to be taken seriously in media artistic creation. Digital media is a new platform for new artists to showcase their

skills. Intelligent machines are likely to serve as human artistic partners, and human-machine interfaces have become the core of the future transformation of art forms. The continuous rapid development of digital media technology will deepen the participation and influence on art and design. Art and science are influencing people's lives together, and the boundary between science and art will gradually become blurred. This may be an unavoidable reality. China started relatively late in the protection of intangible cultural heritage. In recent years, it has gradually gained a sense of protection. Both legislative and practical protective measures are incomplete. Considering the significant subjectivity and randomness of intangible cultural heritage in the process of oral teaching, it has stimulated a true understanding of it, which has caused great instability in the dissemination quality of cultural heritage. In addition, protection is still relatively limited, and specific protection measures and methods are relatively single. Many regions have not yet released unified plans and plans for the protection of intangible cultural heritage, mainly through audio-visual materials, text images, video effects, etc. (Kheirollahi H. et al., 2020). In emergency situations such as natural disasters and wars, many cultural heritage sites face enormous threats and challenges (Kates F R. et al., 2020). Japan has conducted many analyses on the protection and inheritance of cultural heritage through digital media art. In the 20th century, Japan used 3D scanner to generate virtual models when dealing with the digital art of the Kamakura period Buddha, and used digital art to conduct virtual construction for the main hall of the Buddha. In Japan, some relevant workers used digital art to carry out virtual reconstruction of the long lost history and culture, and highly virtualized the historical appearance. In a real sense, they realized the virtual restoration of Jianzhen Monk and Tang Zhaoti Temple, and used digital art to digitally protect the dynamic historical heritage.

## 2. Related Work

The earliest higher education institution in China to study and apply digital media art in cultural heritage protection is Zhejiang University. In 1997, the media laboratory of the university conducted research on relevant aspects of digital cultural relics protection. It is mainly reflected in the digital art museum, digital collection and digital display, and has served and participated in many national level large-scale projects. In 2016, Professor Holder, an expert in architecture at Tongji University, used digital scanning imaging technology to perform a virtual restoration of the Grand Buddha during the Yuan Dynasty (Holder, Lawrence B. et al., 2016). Cultural heritage research is a multidisciplinary and complex process. Experts and scholars in planning, architecture, social sciences, geography, Museology, tourism and other fields have done a lot of research on from the aspects of value function, protection principles and operation management of cultural heritage. With the development of science and technology, the application of perceptual technology has gradually become the new trend and inevitable trend of research, such as cultural heritage detection, protection, utilization and inheritance. More and more experts and scholars are committed to research in this field (Colucci P G. et al., 2015). On the one hand, how to detect and obtain the status data of cultural heritage is the basis for the research on the protection and inheritance of cultural heritage. Traditionally, field survey and questionnaire are the main means to realize the data collection and analysis of cultural heritage research (Xu Z. et al., 2022). With the development of

surveying and mapping technology, remote sensing technology, and the popularization of cameras and other portable devices, status detection and data access to the cultural heritage by high-tech means, the establishment of cultural heritage data, digital archive is an effective method to study of cultural heritage. For example, satellite remote sensing and lidar remote sensing has been used effectively for the exploration and perception of ancient architectural sites and cultural landscapes (Adner R. et al., 2020; DeBonis K. et al., 2020). The establishment of the intangible cultural heritage database has a unique advantage for the inheritance of dance and music. On the other hand, the public's evaluation and dissemination of cultural heritage play an important role in the effective use and inheritance of cultural heritage. The development of social media, mobile communications, and intelligent transportation makes the large data of image, video, text and other geospatial data emerge and be easy to obtain (Bardhan, I. et al., 2013). On this basis, data mining and knowledge discovery, visualization and other emerging information technology can effectively perceive the public's trajectory and behavior of cultural heritage experience, evaluate the relationship between cultural heritage and satisfaction and cultural heritage (Drake SM. et al., 2015). At present, there are still many problems in the application of digital media art in cultural heritage protection in China. For example, the protection staff have insufficient understanding of digital media art in the protection and application of cultural heritage, and the protection system of digital media art in the protection and application of cultural heritage is not perfect (Liu J H. et al., 2022). Improper supervision and control of digital media art in the application process of cultural heritage (Rietveld J. et al., 2018). Many cultural heritage protections have not yet applied digital media technology for digital media protection.

## 3. Cultural Heritage Protection Based on Digital Virtual Images

### 3.1. The Important Role of Cultural Heritage Protection Based on Digital Virtual Images

Digital virtual image technology can effectively simulate and reproduce the true state of cultural heritage, providing detailed and accurate information for protection work. At the same time, virtual restoration of cultural relics can also be carried out without the need for physical restoration, greatly improving the efficiency and accuracy of restoration. Through digital virtual images, people can perform 3D virtual displays of cultural heritage on the internet, enabling more people to appreciate and participate in the protection and inheritance of cultural heritage. At the same time, this technology can also digitize the preservation of cultural heritage, enabling it to be protected and inherited for a longer period of time. Digital virtual image technology can transform cultural heritage into resources in Digital art, cultural creativity, digital culture and other fields, thus expanding the utilization space of cultural heritage while increasing its economic value. In summary, the application of digital virtual images plays an important role in cultural heritage protection. It not only enhances the protection of cultural heritage, allowing more people to appreciate and participate in the protection and inheritance of cultural heritage, but also promotes the innovative utilization of cultural heritage. Therefore, we need to further promote and apply digital virtual image technology to better protect and inherit our cultural heritage.

### 3.2. Virtual Digital Acquisition and Storage Technology

Virtual digital collection and storage technology is one of the important technological means in the protection of digital cultural heritage. Virtual digital acquisition refers to the process of transforming cultural heritage into digital images or models through computer graphics, virtual reality and other technologies. The collected data includes 3D models, images, audio, videos, etc. for the digital reconstruction and reproduction of cultural heritage. Virtual digital storage refers to the storage of cultural heritage data obtained from virtual digital collection in a computer for subsequent digital processing and application. Virtual digital storage technology needs to ensure the integrity and accuracy of data, while also considering factors such as storage capacity and data transmission speed. Virtual digital collection and storage technology can convert cultural heritage into digital format without the need for physical preservation, allowing for long-term preservation of cultural heritage information. Virtual digital collection and storage technology can avoid potential damage, loss, and other issues that may occur during the physical preservation process, improving the security of cultural heritage protection. Virtual digital collection and storage technology can digitize cultural heritage, such as digital display and restoration, making it convenient and efficient. Virtual digital collection and storage technology can transform cultural heritage into digital resources, which can be reused in different fields, such as cultural tourism and cultural education. However, virtual digital acquisition and storage technology also has some challenges and problems, such as data quality, data format, data standards and so on. At the same time, it is necessary to strengthen research and exploration on intellectual property protection, privacy protection, and other aspects of virtual digital cultural heritage to ensure the sustainable development of digital cultural heritage protection.

Virtual digital collection provides complete protection for cultural relics protection. Its protection of China's Intangible cultural heritage is also basically at the simple work level of photos, interviews, records, collections, etc. It means protecting the text, audio, video, photography, etc. of the intangible cultural tradition, and preserving a large number of precious Intangible cultural heritage. The mildew of books, the aging and discoloration of tapes, and the distortion of video tapes will limit the recorded information to different degrees of Intangible cultural heritage, distortion, and shooting angle, affecting long-term preservation and utilization. Digital technology provides many new means of acquisition and recording for the protection of Intangible cultural heritage. A series of relevant regulations and agreements, including graphic scanning, stereo scanning, Holography, digital photography, Motion capture, optical tower, optical fiber and network connection, have realized the effective protection of Intangible cultural heritage resources. Through these modern digital collection and storage technologies, some Intangible cultural heritage archives, such as manuscripts, photos, music, images, art pictures, can be edited into digital formats and stored in digital discs, CD-ROM and other material media. It can also use multimedia network database for complete storage and management, which is easy to retrieve, so as to improve the overall protection level of Intangible cultural heritage (See in figure 1).

The intangible cultural heritage handed down by human verbally or in action, with national history and extensive, outstanding representative of folk cultural heritage, it has been regarded as a historical culture of "living fossil", "the memory of a nation" (See in figure 2).

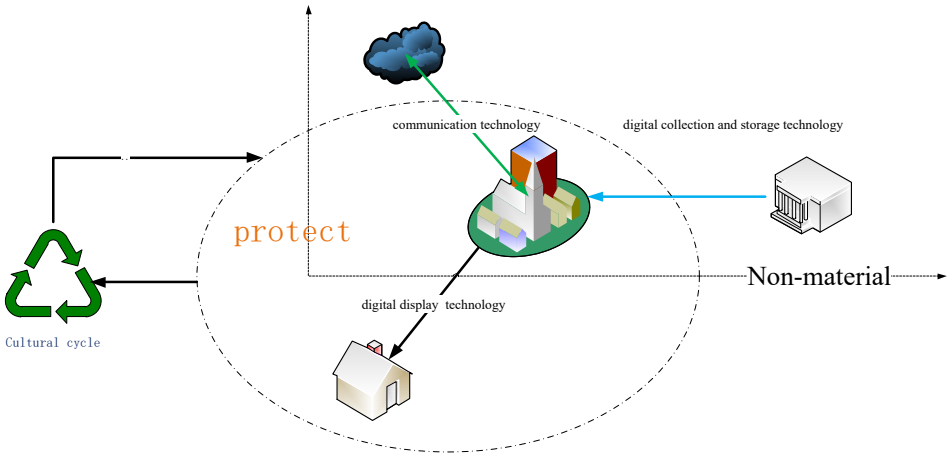



Figure 1 – Digital Media Technology and Intangible cultural heritage

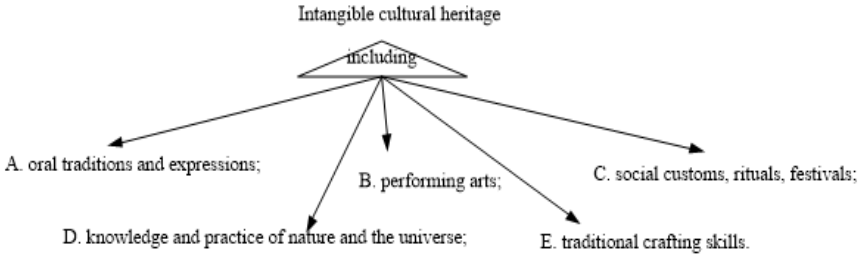



Figure 2 – Intangible cultural heritage content

| Micro media | Mobile flow | Convenience degree | Intangible cultural heritage |
|---|---|---|---|
| WeChat | 2K | C | oral traditions and expressions |
| Bolg | 4M | C | social customs, rituals, festivals |
| App | 6K | - | performing arts |
| QQ | 1M | C | traditional crafting skills |
| Web | 8K | - | - |
| MoMo | 10K | C | - |

Table 1 – Intangible cultural heritage and Micro media

According to UNESCO, through the protection of “intangible cultural heritage” in the definition which refers to each group, groups, in some cases, individuals as the cultural

heritage of performances, forms, knowledge and skills and related tools, objects, and crafts cultural sites (See in table 1). Communities and groups with the change of relationship between history and their environment, and the nature of the time of be handed down from age to age of intangible cultural heritage and innovation, and make themselves with a sense of identity and sense of history, so as to promote cultural diversity and human creativity.

### 3.3. Virtual Digital Data Migration Algorithm

This paper introduces the virtual Data migration algorithm. The structure of the information resource integration process adopts the Map Reduce architecture, reads the data table records to be imported, generates the corresponding running classes, and packages them into jar packages, which are submitted to digital information for operation. The advantage of the structured information resource integration process is that the Mapreduce architecture can increase the parallelism of imports and use an IO optimized digital information scheduler to allocate and schedule tasks based on the real-time resource usage of the task tracker. Improve migration efficiency. The system is represented by S. System faults are represented by F as the top event of the fault tree, and component faults are represented by xi. N is the number of bottom events.

$$x_i = \begin{cases} 0 & x_i \quad happen \\ 1 & x_i \quad don't \quad happen \end{cases} \quad (i = 1, 2, \cdots, n) \tag{1}$$

The state of the top event is determined by the state of the bottom event, so we represent the state of the top event as a function of the bottom event state. Using $F(x_i) = T(x_1, x_2, \cdots, x_n)$ has:

$$F(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \quad happen \\ 1 & x_i \quad don't \quad happen \end{cases} \quad (i = 1, 2, \cdots, n) \tag{2}$$

Here, $T(x_1)$ is called a fault tree structure function. The event occurrence represents a fault state, and the event does not occur represents a normal state. In the case of mastering the probability of occurrence of the "bottom event", we calculate the probability of occurrence of the top event, that is, the failure probability (recorded as $P_i$). The failure probability corresponding to the bottom event $x_i$ is $q_i (i = 1, 2, \ldots, n)$. The failure probability of the minimum cutset is:

$$P(mcs) = P(x_1 \cap x_2 \cap \ldots \cap x_m) = \prod_{i=1}^{m} q_i \tag{3}$$

Where m is the minimum cut set order and the top event occurrence probability is:

$$P_f(top) = P(y_1 \cup y_2 \cup \ldots \cup y_k) \tag{4}$$

Among them, $y_i$ is the minimum cut set and k is the minimum cut set number. Following the realization of unstructured information resources integration, the design of unstructured information resource integration based on FTP was introduced above. The specific process of the algorithm is shown in Figure 3.

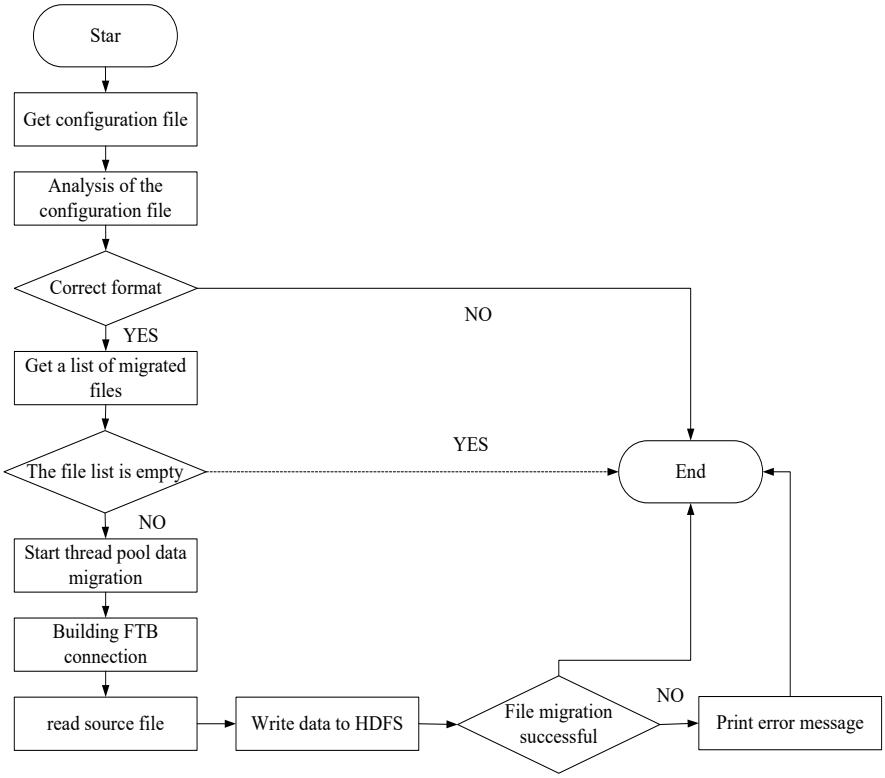



Figure 3 – Unstructured data migration flow

## 4. Result Analysis and Discussion

The parameterization algorithm of digital virtual images is a very important part in the protection and dissemination of cultural heritage. This article is used to fuse digital virtual images with real scenes, allowing users to interact through virtual reality or augmented reality devices. This algorithm can be carried out through Computer graphics software and AR/VR devices, and interaction effects can be achieved by setting virtual scenes, cameras and interaction methods. These parameterized algorithms can be realized through Computer graphics software and related algorithms. At the same time, the characteristics and protection requirements of cultural heritage need to be considered to ensure that the digital virtual image can truly restore the form, structure and cultural connotation of cultural heritage. This paper then tests the algorithm. The calculation method of the composite fitness allocation strategy is more complicated. The two main

parameters: the similarity level g and the individual distance di-S setting directly affect the results of the interactive genetic calculation. In this paper, three sets of similarity level g and individual distance di-S are selected to compare the test results. According to the formulae (1)-(6), the fitness distribution curves are drawn respectively. 5, 3, 1] corresponds to the distance [0, 3, 5], which is a uniform equal distance correspondence. Similarity level g=1. Take the parent's 8 samples as an example, calculate the fitness value. The fitness distribution curve is plotted in Figure 4. The vertical axis is the normalized fitness value. The horizontal axis is the parent 8 product cases selected in the parametric design experiment.

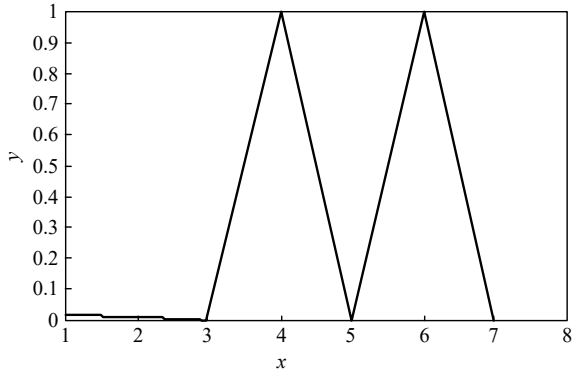



Figure 4 – The fitness calculation results of the parameter setting scheme one

In parameter setting scheme 4, the degree of similarity [5, 3, 1] corresponds to the distance [0, 3, 5], which is a uniform and equal distance correspondence. Similarity level g=0.5. Taking the eight parent samples as examples, fitness values are calculated: fit=[0.1122, 0.1248, 0, 0.9761, 0.1222, 1.0000, 0.0170, 0.1248]. The fitness distribution curve is plotted as shown in Figure 5. The vertical axis is the normalized fitness value. The horizontal axis is the parent 8 product cases selected in the parameter design test.

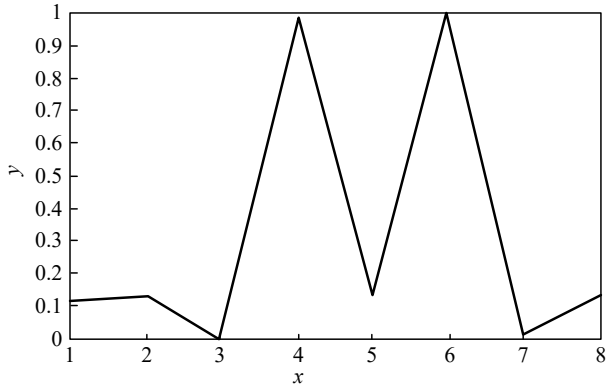



Figure 5 – The fitness calculation results of the parameter setting scheme two

In parameter setting scheme 5, the degree of similarity [5, 3, 1] corresponds to the distance [0, 0.1, 1], which is a non-uniform equidistant correspondence. Similarity level g=0.5. Take the parent's 8 samples as an example, calculate the fitness value. Fit=[0.0939, 0.1312, 0, 0.9672, 0.1138, 1.0000, 0.0190, 0.1312]. The fitness distribution curve is plotted in Figure 6. The vertical axis is the normalized fitness value. The horizontal axis is the parent 8 product cases selected in the parameter design test.

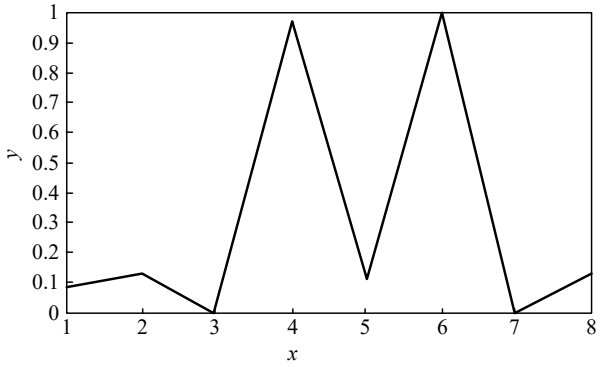



Figure 6 – Parameter setting scheme three fitness calculation results

Comprehensively comparing the three images, the individuals with low similarity in Figure 5 and Figure 6 also have the possibility of being replicated (adaptability is about 10%), and the differences in fitness of different individuals have certain differences, for example, the fitness of individual 1 is 9.4% and The fitness of individual 8 is 13.1%, which reflects the influence of individual distance on fitness. The difference in the fitness of the parameter setting scheme 3 is more obvious. Therefore, the scheme with g = 0.5 and the distance value of 0, 0.1, 1 is selected as the parameter setting scheme of the compound fitness allocation strategy. The above researches and analyses the key and difficult point in the practical application of the interactive genetic algorithm, the fitness allocation strategy. In this paper, two fitness valuation strategies, scoring interactive genetic algorithm assignment strategy and composite fitness assignment strategy, are proposed, and the analysis and description of the complex fitness allocation strategy are focused on, and their application methods are studied in detail. This paper also establishes evaluation plans for two fitness valuation strategies that will be used for design evaluation in design examples. Binary image matching based on digital virtual image is an important technology in cultural heritage protection, which can be used to detect cracks, damage, deformation and other changes in cultural heritage, as well as digital repair and protection. Firstly, it is necessary to obtain digital virtual images of cultural heritage, which can be obtained through scanning, photography, or manual modeling. Process digital virtual images to meet matching requirements. This may include processing such as image enhancement, denoising, and edge detection. Extracting features from digital virtual images, typically geometric features such as key points, lines, and surfaces. Match the extracted features with another image. The commonly used methods include feature descriptor based matching, Grayscale based matching, depth image based matching, etc. By matching the results, changes in cultural heritage can be detected, such as cracks,

damage, deformation, etc. Based on the results of change detection, digital restoration technology can be used to restore cultural heritage, such as virtual restoration, digital splicing, etc. It should be noted that Binary image matching based on digital virtual images needs to take into account the complexity and diversity of cultural heritage, as well as the error and uncertainty of digital images. In addition, it is also necessary to consider the efficiency and accuracy of matching algorithms to ensure timely detection and processing of changes in cultural heritage.

The order relationship of contour point sets has a great influence on the performance of shape matching. This is the most important discovery in the field of shape matching in recent years. The matching algorithm based on the order relationship of contour sequence point sets has also become the most commonly used method in recent years. Planning as a representative, other methods are mostly variants of the method. Compared with the matching algorithm with unknown order relation in the contour point set, this method uses the sequence information of the contour point set, so a more accurate shape-local correspondence can be obtained. In order to improve the similarity measure result of shape, the problem is that obtaining the order relation of the point set is the assumption of the basic premise of this method. At present, the dynamic programming algorithm can only be used for the matching of the ideal binary image, and for more valuable points Problems such as set matching and contour matching in natural images cannot be obtained. Such methods are not applicable. Therefore, this matching algorithm has strong limitations. In the next stage of shape matching research, how to define unknown contour relationships? Improving the performance of shape matching will continue to be a research hotspot and difficult. And how to more effectively use the profile relations order to improve the matching binary image is also a great research potential.

## 5. Conclusions

The forms of intangible cultural heritage in different categories vary greatly, and there are also significant differences in the ways of digital display. Traditional performing arts are mainly designed around audio-visual experiences, such as the dialect in Quyi, which can be a highlight for digital derivative display; For traditional craftsmanship, interactive experience is the highlight of design, such as multimedia virtual tutorials for handicrafts and the experience of physical production; The digital display design of traditional festival ceremonies aims to create the best effect of scenario simulation. For example, the multimedia digital display of folk Yuanxiao (Filled round balls made of glutinous rice-flour for Lantern Festival) festivities and temple fairs, in which the scene creation and atmosphere creation are in place and consistent is a key point. In the protection of many intangible cultural heritage, inheritance and development are the key content of the protection work. The purpose is to make the intangible cultural heritage into the public life, keep up with the pace of the times, present new life with a new look, and excavate greater artistic value. This paper studies and analyzes the application of virtual reality technology in the adaptation protection of the intangible cultural heritage and its inheriting space environment. By applying the virtual reality technology to the present protection of intangible cultural heritage, the connotation and level of the protection of heritage are improved. Ensure that the protected heritage is presented in the most original form. Breaking through existing space and time barrier,

innovation has the protection ability of intangible cultural heritage and the new leap in protection of intangible cultural heritage.

## References

Adner R, Chen J, Zhu F. (2020) Frenemies in platform markets: Heterogeneous profit foci as drivers of compatibility decisions. Management Science, 66(6): 2432-2451.

Alulema R X P, Sevilla V C, Latta M A. (2020) Gait Dual-task activities and Mild Cognitive Impairment in the elderly analyzed through a Tele-rehab platform. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E33): 302-311.

Bardhan, I., Viswanathan K., and Shu L. (2013) Research NoteBusiness Value of Information Technology: Testing the Interaction Effect of IT and R&D on Tobin's Q. Information Systems Research, 24 (4): 1147-1161.

Colucci PG, Kostandy P, Shrauner WR, et al. (2015) Development and utilization of a web-based application as a robust radiology teaching tool (radstax) for medical student anatomy teaching. Acad Radiol, 22(2): 247-255.

DeBonis K, Blair TR, Payne ST, et al. (2015) Viability of a Web-Based Module for Teaching Electrocardiogram Reading Skills to Psychiatry Residents: Learning Outcomes and Trainee Interest. Acad Psychiatry, 39(6): 645-648.

Drake SM, Qureshi W, Morse W, et al. (2015) A time-efficient web-based teaching tool to improve medical knowledge and decrease ABIM failure rate in select residents. Med Educ Online, 20: 29221.

Holder, Lawrence B., et al. (2016) Current and Future Challenges in Mining Large Networks: Report on the Second SDM Workshop on Mining Networks and Graphs. ACM SIGKDD Explorations Newsletter, 18(1): 39-45.

Kates F R, Samuels S K, Case J B, et al. (2020) Lessons learned from a pilot study implementing a team-based messaging application (slack) to improve communication and teamwork in veterinary medical education. Journal of veterinary medical education, 47(1): 18-26.

Kheirollahi H, Chahardowli M, Simjoo M. (2022) A new method of well clustering and association rule mining. Journal of Petroleum Science and Engineering, 214: 110479.

Liu J H, Wang W J, Zhang J, et al. (2022) Successful postpyloric feeding tube insertion using prokinetic drugs for nasoenteric tube placement: A network meta-analysis. Nutrition in Clinical Practice, 37(4): 773-782.

Rietveld J, Eggers J P. (2018) Demand heterogeneity in platform markets: Implications for complementors. Organization Science, 29(2): 304-322.

Xu Z, Zou D. (2022) Big data analysis research on the deep integration of intangible cultural heritage inheritance and art design education in colleges and universities. Mobile Information Systems, 2022.

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

Recebido/Submission: 24/05/2023
Aceitação/Acceptance: 13/07/2023

# Product Packaging Design Innovation based on Visual Communication in Digital Perspective

Wenjun Huang*, Azhari Md Hashim

**13726218102@163.com**

Art and Design, Universiti Teknologi Mara (Uitm), Malaysia

**Pages: 468-477**

***Abstract:*** From a digital perspective, visual communication plays an increasingly important role in product packaging design. Virtual reality technology allows consumers to experience the visual effect of product packaging through Head-mounted display and other devices. This technology can provide consumers with a richer experience, while also providing designers with more creativity and expression methods. Interactive packaging refers to the use of technical support such as QR codes and NFC tags on the packaging to enable consumers to interact with the product. For example, consumers can obtain product information, participate in lottery draws, or interact with brands by scanning QR codes. This paper studies the application of ant colony optimization algorithm in visual product packaging design under the "Internet plus" mode, and proposes a packaging design model based on Ant colony optimization algorithms. This model can meet the needs of different visual Products packaging design schemes based on the sales data and other characteristics of existing visual Products, and can intelligently predict design schemes. Finally, the experimental results indicate that the visual product packaging precise prediction model designed using ant colony optimization algorithm can effectively predict the packaging needs of customer based visual product groups, and can track two intelligent discriminations based on ant colony optimization algorithm. This has achieved a new breakthrough in the packaging design mode of visual products with Chinese characteristics.

***Keywords:*** Visual Communication; Product Packaging; Ant Colony Packaging Design Mode; Internet+

## 1. Introduction

With the continuous development of advertising media, people are increasingly paying attention to the image of product packaging. In traditional product packaging design, designers only start from the perspective of the product and aim for simple design patterns. In traditional packaging model design, due to the undeveloped computer functions, most of them are manually drawn, which also increases the workload of designers from another aspect. With the continuous improvement of scientific and technological level, there are more and more cases of computer application in packaging design (Jiang S., et al., 2018). The emergence of computer technology has liberated the complexity of hand drawing and further enriched the types of item packaging. For the development

of product packaging design, the first application software is similar to traditional CAD drawing software, although the pressure of drafting has been alleviated to some extent. However, the disadvantage of traditional drawing software is that inspiration only comes from design value, making it difficult to use this software to achieve the effect of a 3D model. The Evolutionary computation algorithm used can realize the transformation process of packaging model from 2D to 3D. Due to the continuous progress of our computer technology, this 3D packaging modeling task can bring vivid visual effects to the screen. Before incorporating computer algorithms into computer technology, computers required complex steps to achieve packaging modeling of three-dimensional objects (Hu Zhuo, et al., 2019). However, the addition of this algorithm greatly reduces design time. In today's increasing awareness of environmental protection, sustainable design has become an important part of product packaging design (Jefferson S R., et al., 2020). Designers can improve the sustainability and environmental friendliness of product packaging by using environmentally friendly materials, reducing packaging usage, and optimizing packaging structure. In short, in the digital perspective, there is vast space and infinite possibilities for product packaging design innovation based on visual communication. Designers need to constantly update their knowledge and skills to adapt to changing market and consumer demands, in order to create more excellent product packaging design works.

## 2. Related Work

With the improvement of people's living standards, the packaging industry will have enormous potential for future development. In the development of the packaging industry today, the design of packaging models is usually more important (Schmidt J., et al., 2020). A good appearance design not only brings good benefits to the product, but also overcomes the shortcomings of Chinese packaging design being too naive. For the packaging industry, Japan's packaging design is widely recognized as the most enjoyable and excellent packaging model in the world. The reason is its innovative performance, while other reasons are high-tech computer technology. In this study, the combination of theory and Evolutionary algorithm can further improve the adaptability of Evolutionary algorithm and the goal based on theory, and also shows the innovation of commodity packaging model brought by the application of Evolutionary algorithm to the greatest extent (Espinal A., et al., 2020). The theoretical basis of Evolutionary algorithm is the module recombination theory for encapsulation modeling, which divides the encapsulation structure into different modules, and then uses the algorithm for strict module configuration. The designed model integrates advanced Evolutionary algorithm on the basis of domestic research, which can further enhance the adaptability of existing commodity packaging modeling and make the designed commodity packaging model more realistic. In the application of existing Evolutionary algorithm abroad, it also shows strong application performance. The existing technical support is applied to the organic integration of comprehensive ideas, existing methods, and research results, making the image of product packaging impressive. In future development, China must comply with the trend of packaging development and improve the effectiveness of packaging design (Favi C., et al., 2017). From the demand analysis of visual Products packaging design, these studies both domestically and internationally have strong customization capabilities for specific products. It does not have the uniformity and convenience of

automatic design and updating of new packaging for special products in the market. Therefore, it is very difficult to analyze the effectiveness of intelligent packaging design features based on visual Products data. In addition, the mainstream visual Products packaging design systems at home and abroad are not yet in a very mature stage of technological development (Bracke S., et al., 2017). In addition, there are significant shortcomings in the error rate and stability of related algorithms. Therefore, it is more and more important to adopt the fuzzy analysis model based on Ant colony optimization algorithms and the characteristics of visual Products packaging design.

## 3. Methodology

### 3.1. Packaging Design Process Model

The Internet is the transmission and retrieval path of kinds of information. Using computer technology, the acquisition and analysis of huge amounts of information and data can be carried out to invest in the packaging design management model (Tan N., et al., 2019). Based on the above situation, the text mode for each stage of the packaging design is collected to enter it into the system and saved it in the computer database separately according to the information, which can help the next step. The automatic evaluation system also needs to be continuously performed and updated. At this stage, the accumulation of information data will increase with the update, and the data processing capability will also increase. The design of the system must be synchronized with the learning ability. Followed by the next step, the information data submitted will be processed to have the initial score based on the accumulation of its information data. Then based on the scores in other aspects of the summary, a different model is developed for each different packaging design feedback. And according to the information data in the traditional model of correction and feedback after the evaluation system optimization, a comparison of the data as a carrier is carried out, and the specific data is shown in Table 1, as a benchmark to facilitate the further improvement of the system design.

| Contrast data | Accuracy rate | Objectivity | Feedback ability | Promoting effect |
|---|---|---|---|---|
| Manual correction | 0.91 | 0.85 | 0.96 | 0.85 |
| Automatic correction | 0.98 | 0.99 | 0.95 | 0.94 |
| Semi manual and semi-automatic | 0.98 | 0.97 | 0.99 | 0.92 |

Table 1 – Automatic evaluation and manual correction of comparative data

With the consideration of the above factors, the targeted packaging design industry optimization model with the feedback is integrated as follows. Using the Internet-based database to automatically retrieve this situation, and the system processing link, the computer calculates and manages the risk of packaging design project management. The entire design process is completed through intelligent data transmission. Manually assisting selection and checking for errors make it easier for us to code and reduce coding errors.

### 3.2. The Principle of Ant Colony Algorithm

At present, the main ant colony algorithm is an intelligent algorithm based on ant searching for the overall structure of food and two-way adjustment and automatic group processing to select the best way (Dong Y., et al., 2018). When we use this to have multiple "food source" structure (node) features a single "ant" structure (this refers to the relevance or similarity of very weak single visual Products) coupling analysis of stochastic processing, two-way visual Products as well as vector coupled multiple combination processing analysis, to achieve overall visual Products overall the optimization and analysis of visual Products packaging design (Khan S., et al., 2019). Visual Production of visual Products to find a high similarity of packaging design from the total visual Products overall, was selected for two times or several times on the big probability analysis and design. On the other hand, the probability of two or more design analysis is very low. After a lot of comparative analysis, the new generation of special visual Products with the characteristics of coincidence packaging design not only inherits the information of agricultural packaging design information of the last round of intelligent screening, but also needs a better degree than the previous one. In this way, after several interactive cycles of two-way packaging design information, a concrete agricultural special product that meets the minimum packaging design requirement is finally produced. That is, the value of packaging design analysis of a particular agricultural special product approaches to the actual need through the analysis of the packaging design value of a particular agricultural special product. The evaluation method is implemented in the. Internet + "under the unique agricultural is a specialty packaging design. And the model can also achieve self-learning function. Cumulative design analysis processes more." Self-learning ability is also stronger.

The implementation process of ant colony algorithm for packaging design analysis is based on the characteristics of holistic visual Products, such as practical performance, raw material composition, product shape, product health value and so on. Single goals we are familiar with the ant colony algorithm is not based on the overall demand for visual Products in discrimination. It is to search for the local special farm produce groups of the whole farm products, and get the optimal design of the special products of the special farm products. Therefore, the packaging design model for special visual Products is made. First, we will make use of historical sales of visual Products, packaging, big data and intelligent analysis to get the specific value range of the special demand of visual Products, which is the initial weight S and minimum threshold W required by the ant colony algorithm. Then, we use ant colony algorithm to analyze and analyze the demand of visual Products packaging design with two subdivisions in some local specialty groups, such as grain, specialty, and fruit and so on. Finally, the optimal solution is obtained, and the best package design scheme for agricultural special products is selected.

First, we will lock and screen the first round of the agricultural specialty, and choose the different kinds of special visual Products with the similarity. In this paper, the intelligent analysis of packaging design demand for various visual Products and the intelligent processing model based on historical sales of visual Products and data information are implemented by multi-layer node structure. We assume that the initial input value, the demand characteristic, the implied input value and the demand judgment output level

data and the number of nodes in the model are A, B and C, respectively. The required encoding length L is

$$L=A\times B+A\times C+B+C \tag{1}$$

The specific process is shown in Figure 1.

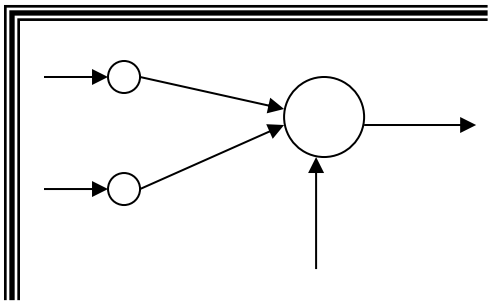


Figure 1 – Multi-layer node structure under the length of the encoding operation structure

Second, the demand function of the special visual Products design scheme is determined. The requirement values of the $X_i$ minimum design schemes in the initialized similar types of special visual Products are given to the ant colony algorithm. Thus, the two-way analysis and transmission of the input signal $W_i$ of the related agricultural special information data are realized quickly. Therefore, the packaging design of special visual Products needs the error square and $Y_j$ between the demand coefficient output value $s_j$ and the demand expectation value $\frac{-}{1+\ -}$ in the network. If we set the excitation function as a symbolic function, we set the fitness function and the excitation function respectively (2) and (5):

$$Y_j = f(s_j) = \frac{e^{-s_j} x_{nj}}{1+e^{-s_j}} - x_{nj} \tag{2}$$

$$\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & x > 0, \\ 0, & x \le 0. \end{cases} \tag{3}$$

$$z = \sum_{i=1}^{m} W_i X_i - \theta \tag{4}$$

$$y = f(X_i) = \begin{cases} 1, & \sum_{i=1}^{m} w_i x_i > \theta, \\ 0, & \sum_{i=1}^{m} w_i x_i \le \theta, \end{cases} \tag{5}$$

The specific ant colony process is shown in Figure 2. $x_1$ to $x_n$ is a random group target. $w_{nj}$ is the corresponding way.

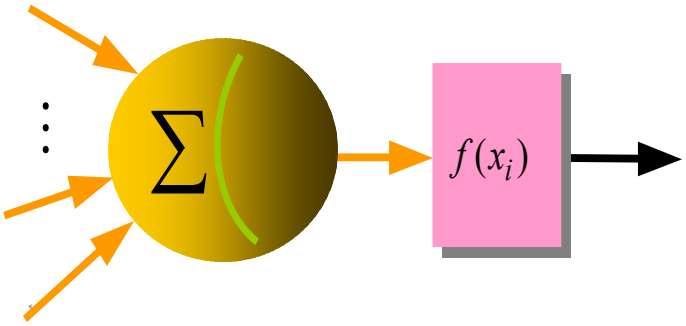



Figure 2 – Information output diagram

Combine with the relevant requirements of the current rural e-commerce in China. Visual Products packaging design requirements mentioned in this article can be combined with the prediction model of unity of the packaging design of visual Products quality and visual Products. With different degrees of weight analysis, the relative error of the analysis will be greatly reduced. This shows that the actual packaging design model to adapt to a high degree. That is, the better the analysis and prediction of the package design for a specific agricultural special product.

Compare with the different groups of target agricultural special farm special product packaging design demand average value judgment. The first is the two judgements: the ant colony algorithm used in this paper usually selects the selection of specific visual Products target (according to the difference of the difference between the demand values of different farm products according to the packaging design requirement group). That is, first through the computer in advance input, and then through the agricultural special product design historical data processing program calculation process. The analysis of a specific agricultural special product package design scheme (this article refers to the specific agricultural special product packaging design scheme X) demand degree. The automatic grouping and group vector generation are realized through the database of special visual Products packaging design with similar demand degree. Each product that meets the requirements of minimum farm product packaging design will be discriminate and discriminate two times by ant colony algorithm. The discriminant probability is processed intelligently by sorting results. The corresponding distribution principle is the repeated discriminant probability of higher degree corresponding to the demand value of the agricultural special product packaging design. The requirements for the

packaging design of other special visual Products correspond to the corresponding low discrimination (i.e. two or multiple discrimination) probabilities. As shown in Figure 3.

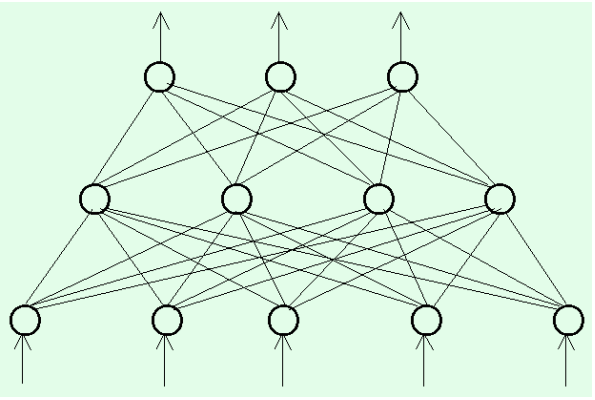


Figure 3 – Agricultural specialty packaging design needs high and low value of the probability of the process

## 4. Result Analyses and Discussion

### 4.1. Product Packaging Design Model Based on Ant Colony Optimization Algorithms

Machine vision product packaging design is a complex problem involving multiple factors, including the identification of product appearance, selection of packaging materials, and optimization of packaging structure. To solve this problem, ant colony optimization algorithm can be used to establish a machine vision product packaging design model. The following are the steps to establish a machine vision product packaging design model based on ant colony optimization algorithm: Firstly, it is necessary to determine the factors that affect product packaging design, such as packaging materials, packaging structure, product size, etc. Represent these factors as design variables and determine their value ranges. Then, it is necessary to determine an objective function that is used to evaluate the advantages and disadvantages of different design schemes. The objective function should be based on some key performance indicators, such as the cost of packaging materials, the safety of packaging structures, and the aesthetic appearance of products. While determining the objective function, it is necessary to define some constraints to ensure that the design scheme meets practical requirements. For example, constraints can include the quality of packaging materials, product dimensions, and the strength of packaging structures. Next, we need to initialize the parameters of Ant colony optimization algorithms, including the number of ants, the number of iterations, the initial value of Pheromone, etc. At the same time, it is necessary to define the action strategy and update rules of ants. After initialization is completed, the iterative optimization process begins. The ant selects the next action path according to Pheromone and heuristic information, and updates the value of Pheromone during

the action. After each iteration, the design scheme needs to be evaluated based on the objective function and constraint conditions, and the optimal solution needs to be updated. Finally, analyze and evaluate the optimization results to determine the optimal design scheme. According to the ant colony algorithm and the historical packaging design scheme based on the special products of agriculture, the intelligent analysis mode of big data intelligence is implemented in the 22 comparison of the whole visual Products. Through multiple contrast analysis and screening, the model of special farm product packaging design after optimization is carried out. First to receive the same type of visual Products showed similar external characteristics. The data processing is carried out to obtain the relevant unique vector groups. Then the sample data of different agricultural special products were obtained. The single vector group data of specific single farm products is unified and orthogonalized to achieve the initialization weight and the lowest threshold of the scheme. Then the ant colony algorithm is invoked to optimize the initialization weight and the actual threshold of the design plan through the initial screening and multi feature and horizontal and vertical two-way analysis. The optimal vector obtained by the ant colony optimization is inverse transform as the optimal weight of the ant colony and the output average of the special product package design. The specific experimental test data are shown in Figure 4.

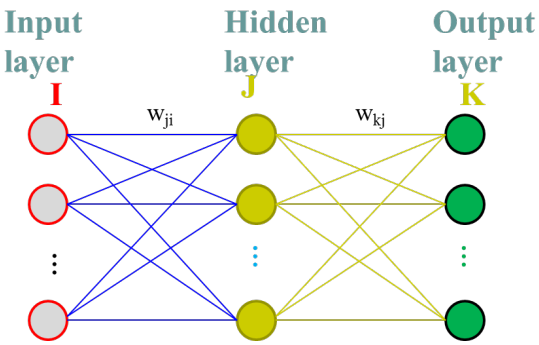



Figure 4 – Structure chart of visual products packaging design model based on ant colony algorithm

## 4.2 Design of Packaging Design Model for Product Output Image Results

At present, there is no standard for accurate evaluation models in the production, operation, and packaging design of e-commerce products in China. Among the several groups of similar products studied in this article, randomly select (n=2) groups as the experimental subjects for the production base. Based on the packaging design model of featured products, the packaging design scheme information big data system of historical featured visual Products was compared. It is not difficult to see that there is a significant difference in the predicted packaging design values between the two characteristic products and different characteristic products. The experimental results show that the product packaging design model based on ant colony can predict and screen the specific packaging schemes of products according to the requirements of the

"Internet plus" format. Then we can understand the design scope of product packaging for specific products. The related output prediction image is shown in Figure 5.

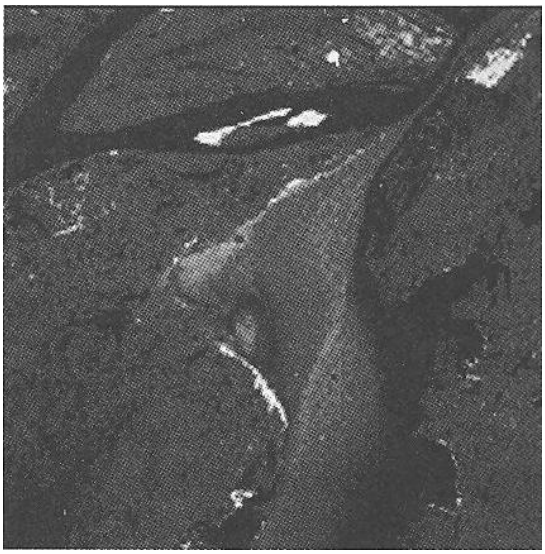


Figure 5 – Output design of product packaging design model output

## 5. Conclusions

This article first reviews the research status and existing problems of potential packaging design demand prediction in the field of virtual product packaging design. On this basis, a prediction model of Ant colony optimization algorithms in special virtual product packaging design is proposed. Finally, the predictive effect of the packaging design scheme was verified through experiments. The experimental results show that in the virtual product packaging design model based on Ant colony optimization algorithms, we can quickly identify whether there are similar packaging design problems with similar characteristics. A comparative analysis was conducted on different visual Products of two distinctive products. Research has found that the similarity between visual product packaging design schemes and known product packaging schemes is within a stable reference range. The accuracy of the error conforms to the current "Internet plus" format and the virtual product packaging design standard under the requirements of e-commerce, which can be applied to the intelligent processing system of agricultural professional packaging design. In addition, the development status of the technology required by the special packaging design mode in China will also make the visual product packaging design model based on Ant colony optimization algorithms more widely used. In order to replace the traditional single manual mode of characteristic product packaging design, this mode is applied to the packaging design of characteristic visual Products. This will also bring greater development space for visual product packaging design model based on Ant colony optimization algorithms. Even the current prediction technology and related algorithms for visual product packaging design still have some

shortcomings. However, the predictive model and its algorithm technology are still in the initial stage of visual product packaging design in China. In fact, it can already meet the packaging design requirements of various distinctive visual products. Through this model, the production and operation costs of characteristic visual products can also be reduced, and the profitability of farmers can be improved. In practical use, it has to some extent solved the operating costs of characteristic visual products, thereby better promoting the development of the industry.

## References

Bracke S, Yamada S, Kinoshita Y, et al. (2017) Decision Making within the Conceptual Design Phase of Eco-Friendly Products. Procedia Manufacturing, 8(3): 463-470.

Dong Y, Liu W. (2018) Research on UX evaluation method of design concept under multi-modal experience scenario in the earlier design stages. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 12: 505-515.

Espinal A, Estrada R, Monsalve C. (2019) Traffic analysis of internet applications on mobile devices over LTE and wireless networks. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E22): 81-94.

Favi C, Germani M, Mandolini M. (2017) Development of complex products and production strategies using a multi-objective conceptual design approach. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 14(3): 1-11.

Hu Zhuo, et al. (2019) A case-based decision theory based process model to aid product conceptual design. Cluster Computing, (22): 10145-10162.

Jefferson S R, Jhohana L S, Danilo C T. (2020) The Augmented reality and virtual reality as a tool to create tourist experiences. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E31): 87-96.

Jiang S, Jing L, Peng X, et al. (2018) Conceptual design conceptual scheme optimization based on integrated design objectives. Concurrent Engineering, 26(3): 231-250.

Khan S, Tunçer B. (2019) Speech analysis for conceptual CAD modeling using multi-modal interfaces: An investigation into architects' and engineers' speech preferences. AI EDAM, 33(3): 275-288.

Schmidt J, Peruzzini M, Paganin L B Z, et al. (2020) Expert system based on ontological model to support the detailed design of agricultural machinery: a case of hydraulic hoses. Product: Management and Development, 18(1): 53-69.

Tan N, Sun Z, Mohan R E, et al. (2019) A system-of-systems bio-inspired design process: conceptual design and physical prototype of a reconfigurable robot capable of multi-modal locomotion. Frontiers in Neurorobotics, 13: 78.

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

Recebido/Submission: 19/05/2023
Aceitação/Acceptance: 20/07/2023

# Intervention Using Combination of Medical and Nursing Care Mode in Elderly with Type 2 Diabetes Towards Reduction in Its Complication

Li Rui[1,2], Fredie Robinson[1*]

**freddie@ums.edu.my**

[1] Faculty of Medicine and Health Sciences, Universiti Malaysia Sabah, 88400 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

[2] Shaanxi Energy Institute, Xianyang, 712000, China

**Pages: 478-494**

***Abstract:*** Objective: Through research, understand the actual elderly care service status and medical assistance of the elderly, and understand the actual medical service needs of the elderly during the implementation of the mode of combining medical care with elderly care. Explore the mode of combining medical care with elderly care, consider, approve and further improve it, and observe whether the mode of combining medical care with elderly care can help reduce the complications of patients with type 2 diabetes. To explore whether the combination of medical care and nursing can help to reduce blood glucose level. To understand whether there are differences in the satisfaction of type 2 dying patients with the combined application of medical care. Build models and questionnaires to lay the foundation for the application of chronic diseases in the elderly and promote the prevention and treatment of chronic diseases in the elderly in China. Methods: the control group and the experimental group were measured for the first time, and the independent sample t test was used to measure and compare the first index between the control group and the experimental group, and the correlation analysis was carried out between the first control group and the experimental group, the associations of Fasting Blood Glucose, triglyceride, Glycated hemoglobin, and Microalbuminuria with age and body weight were analyzed. The Control Group and the experimental group used anova to compare the curative effect of three hospitals. After routine treatment, t test was used to compare the therapeutic effects of different sexes in the control group and the experimental group, and the correlation between the two groups was measured for the second time, the associations of Fasting Blood Glucose, triglyceride, Glycated hemoglobin, and Microalbuminuria with age and body weight were analyzed. T-test was used to compare the second index with the first index in the control group and the two indexes in the control group and the experimental group. Results: A positive correlation between age and glycosylated hemoglobin and triglyceride (r = 0131, P = 0.035) was found in the control group, while a positive correlation between body weight and glycosylated hemoglobin (r = 0.189, P = 0.002) was found in the experimental group. Even though the effect of the conventional treatment in hospital 2 and 3 is significantly higher than that of hospital 1, it was found from the comparison of the first and second index within

each group. Conclusion: Based on the above results, the continuous care under the combination of medical and nursing care mode has the value of clinical application in the care of diabetes in elderly patients.

***Keywords:*** Medical and Nursing Care Mode; Elderly With Type; Complication

## 1. Introduction

Systematic review method was used to retrieve literatures on evaluating combination of medical and nursing care mode. Combined with theoretical analyses of scale specificity, multidimensional, translation equivalence, cultural adaptability, ease of operation, universality of use and overall applicability, the scales suitable for the elderly in China were selected. 520 old people (over 60s) with type 2 diebates are selected from three hospital in Xi'an, Shannxi province, China. Selected and assigned evenly to two groups (Amanat S., et al., 2019). The ecophysiological indexes of each member in one group are real-time monitored by medical treatment while nothing is used for reference group. Health education, telephone interview, personal interview, follow-up for the 520 elderly people in the experimental. The second inventory survey and follow-up investigation are conducted again among 520 subjects. Date processing and analysis are carried out for the two survey reports, the survey data is imported by EpiData3.1 and statistical analysis is done by SPSS 26.0. Confirm the applicable scale for the elderly in China: To evaluate the acceptability, reliability, validity, sensitivity and responsiveness of the scales in practical application (Apovian C. M.., et al., 2020). The combination of medical and nursing care mode can help to reduce acomplication of type 2 deabetes.

## 2. Research Object and Method

In this study, 520 elderly people (over 60 years old) with type 2 diabetes were selected from three hospitals in Xi'an, Shaanxi Province, China. The control group and the experimental group were measured for the first time (Jannasch F. et al., 2020). The independent sample t-test was used to measure and compare the first index of the control group and the experimental group. The changes of fasting blood glucose, triglyceride, glycosylated hemoglobin and microalbuminuria with age and body weight were analyzed between the first control group and the experimental group (Frydrych, L. M.., et al., 2018; Hu Y. Zong., et al., 2020). The curative effects of the three hospitals were compared by analysis of variance between the control group and the experimental group (Dhatariya, K. K.., et al., 2020). After routine treatment, t-test was used to compare the curative effects of different sexes in the control group and the experimental group, and the correlation between the two groups was measured again to analyze the relationship between fasting blood glucose, triglyceride, glycosylated hemoglobin and microalbuminuria and age and body weight (Alulema R X P., et al., 2020). T test was used to compare the second index and the first index of the control group and the two indexes of the control group and the experimental group (Duh, E. J., et al., 2017).

# 3. Result

## 3.1. Completion of the Investigation

The survey was completed in Shaanxi Province. The subjects of the study were selected randomly from the diabetes patients (60 years old and above) in three hospitals, after screening according to the Control Group, the experimental group to 1:1 ratio between the two groups to match (Egan A. M.., et al., 2019). A data platform was established for 520 elderly people, 260 of whom were provided with medical care model and 260 of whom were served as control group (Forouhi, N. G.., et al., 2019). The questionnaire "Type 2 Diabetes Service Status Questionnaire" was distributed twice, each 520, distributed twice, a total of 1040 questionnaires, and finally all were withdrawn. The status of services for Type 2 diabetes is shown in Table 1 and Table 2.

## 3.2. General Profile of Respondents

The survey selected three hospitals in Shaanxi Province, including Zhouzhi Hospital (133persons, 51.2%), tangcheng hospital (83persons, 31.9%), traditional Chinese medicine hospital (44 persons, 16.9%). Of the 520 elderly, 260 were in the control group (131 persons, 50.4%) and 129 persons, 49.6%). The youngest was 60 years old, the oldest was 86 years old, the average age was 71.220 ± 5.768 years old, of which 60-69 years old (99 persons, 38.1%) , 70-79 years old (140 persons, 53.8%) , 80 years old (21 persons, 8.1%)(Figure 1). The lowest weight was 46kg, the highest weight was 112kg, the average weight was 67.344 ± 9.804kg, among which 59kg (56 persons, 21.5%) , 60-69kg (96 persons, 36.9%), 70kg and above (108 persons, 41.5%)(Figure 2). The Fasting Blood Glucose was 1.00 mmol/l and 25.60 mmol/l, and the Mean Blood Glucose was 9.722 ± 3.733 mmol/l (See figure 3). The mean triglyceride was 2.316 ± 1.121 mmol/l, and the mean triglyceride was 8.350 mmol/l and 0.480 mmol/l respectively (Figure 4). The minimum value of Glycated hemoglobin was 2.500%, the maximum value was 16.500%, and the average value was 8.081 ± 2.523% Glycated hemoglobin (See figure5). The minimum Microalbuminuria was 11.200 mg/l, the maximum was 73.500 Mg/l, and the average microalbuminuria was 35.225 ± 12.006 mg/l (See figure 6).

The experimental group consisted of 260 males (160, 61.5%) and females (100, 38.5%). The youngest group was 60 years old and the oldest group was 90 years old, with an average age of 70.070 ± 5.763. Among them, 60-69(121, 46.5%), 70-79(121, 46.5%), 80(18, 6.9%) (See figure 1). The lowest body weight was 45kg, the highest was 141kg, the average value was 69.471 ± 10.076, among them 59kg (23 persons, 8.8%), 60-69kg (99 persons, 38.1%), 70kg and above (138 persons, 53.1%)(Figure 2). The Fasting Blood Glucose was 2.92 MMOL/L and 31.83 mmol/l, and the average was 9.694 ± 4.084 mmol/l (See figure 3). The minimum and maximum triglyceride were 0.570 MMOL/L and 8.130 MMOL/L, respectively. The mean triglyceride was 2.314 ± 1.120 mmol/l (See figure 4). The minimum value of Glycated hemoglobin was 0.900%, the maximum value was 19.300%, and the average value was 8.262 ± 2.639% Glycated hemoglobin (See figure 5). The minimum Microalbuminuria was 4.200 mg/l, the maximum was 83.000 Mg/l, and the average microalbuminuria was 36.168 ± 11.993 mg/l (See figure 6).

| Variable | control group(N=260) | | | | Experimental group(N=260) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Minimum | maximum | mean | Standard deviation | Minimum | maximum | mean | Standard deviation |
| age | 60 | 86 | 71.220 | 5.768 | 60 | 90 | 70.070 | 5.763 |
| weight | 47 | 112 | 67.344 | 9.804 | 45 | 141 | 69.471 | 10.076 |
| Fasting blood glucose | 1.00 | 25.600 | 9.722 | 3.733 | 2.920 | 31.830 | 9.694 | 4.084 |
| triglyceride | 0.480 | 8.350 | 2.316 | 1.121 | 0.570 | 8.130 | 2.314 | 1.120 |
| Glycosylated hemoglobin | 2.500 | 16.500 | 8.081 | 2.523 | 0.900 | 19.300 | 8.262 | 2.639 |
| Urinary microalbumin | 11.200 | 73.500 | 35.225 | 12.006 | 4.200 | 83.000 | 36.168 | 11.993 |

Table 1 – The statistics of the first measurement of elders with type 2 diabetes in three Hospitals in Shaanxi province

| Variable | Range | Control group (N=260) | | Experimental group (N=260) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frequency | percentage | Frequency | percentage |
| age | Male | 131 | 50.4 | 160 | 61.5 |
| | female | 129 | 49.6 | 100 | 38.5 |
| Age segmentation | 60-69 years old | 99 | 38.1 | 121 | 46.5 |
| | 70-79 years old | 140 | 53.8 | 121 | 46.5 |
| | 80 years old and over | 21 | 8.1 | 18 | 6.9 |
| weight | 59kg and under | 56 | 21.5 | 23 | 8.8 |
| | 60-69kg | 96 | 36.9 | 99 | 38.1 |
| | 70kg and above | 108 | 41.5 | 138 | 53.1 |
| Hospital | Zhou'zhi Hospital | 133 | 51.2 | 67 | 25.8 |
| | TangCheng Hospital | 83 | 31.9 | 177 | 68.1 |
| | TCM Hospital | 44 | 16.9 | 16 | 6.2 |

Table 2 – The general profile of the first measurement of elders with type 2 diabetes in three hospitals in Shaanxi province

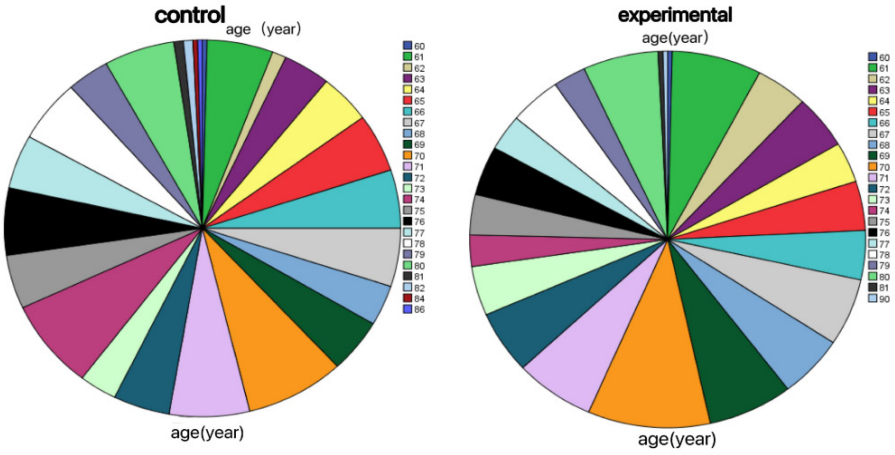



Figure 1 – The statistics of the first measurement -age

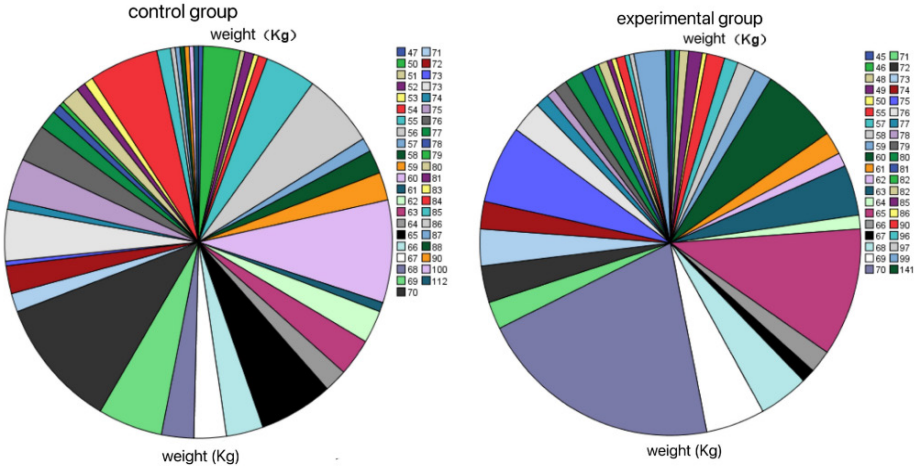



Figure 2 – The statistics of the first measurement -weight

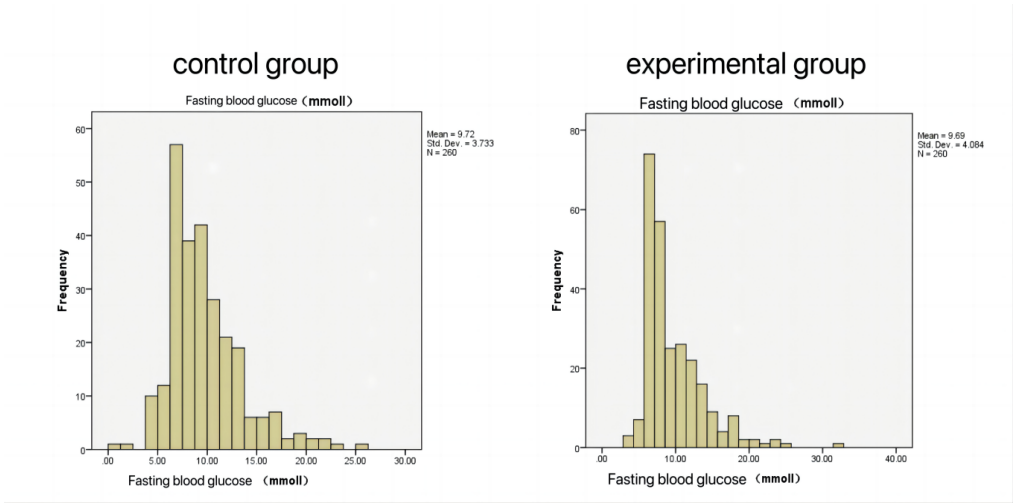



Figure 3 – The statistics of the first measurement-fasting blood glucose

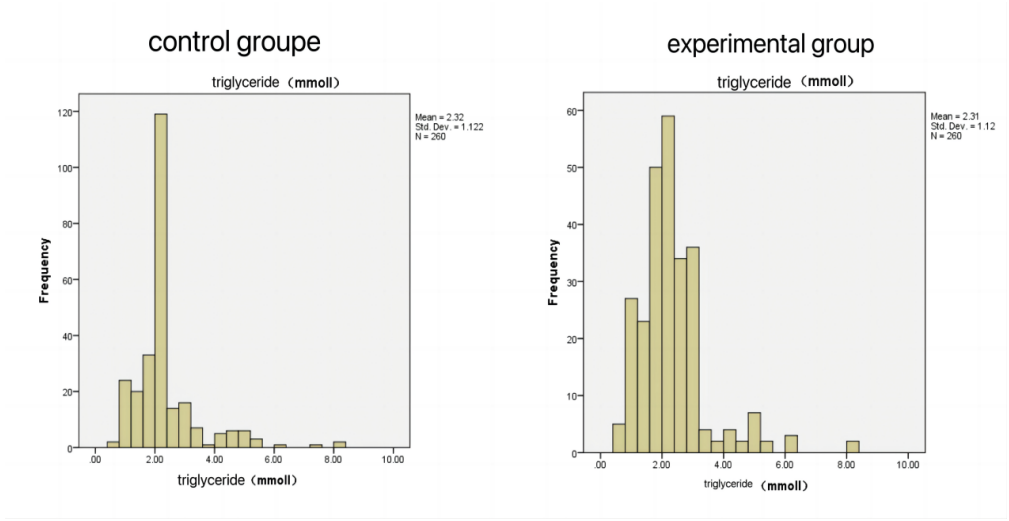



Table 4– The statistics of the first measurement-triglyceride

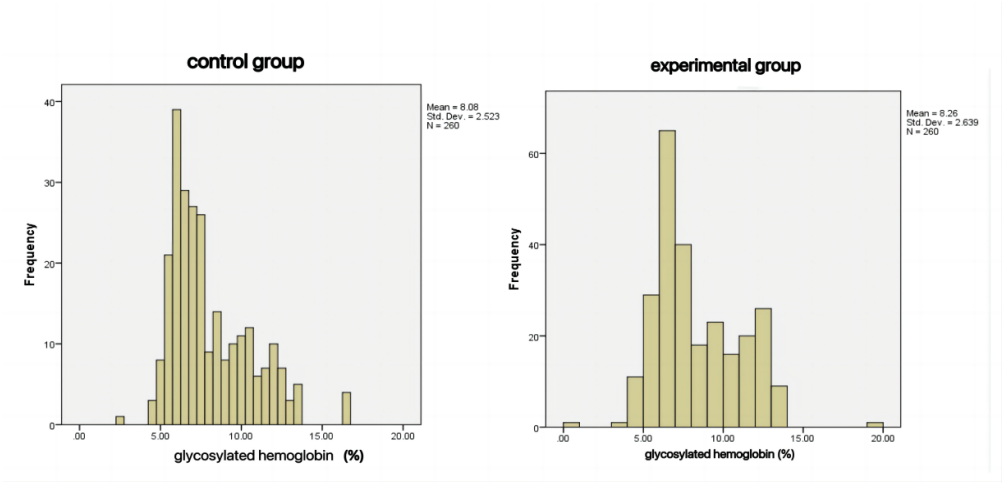



Figure 5 – The statistics of the first measurement -glycosylated hemoglobin

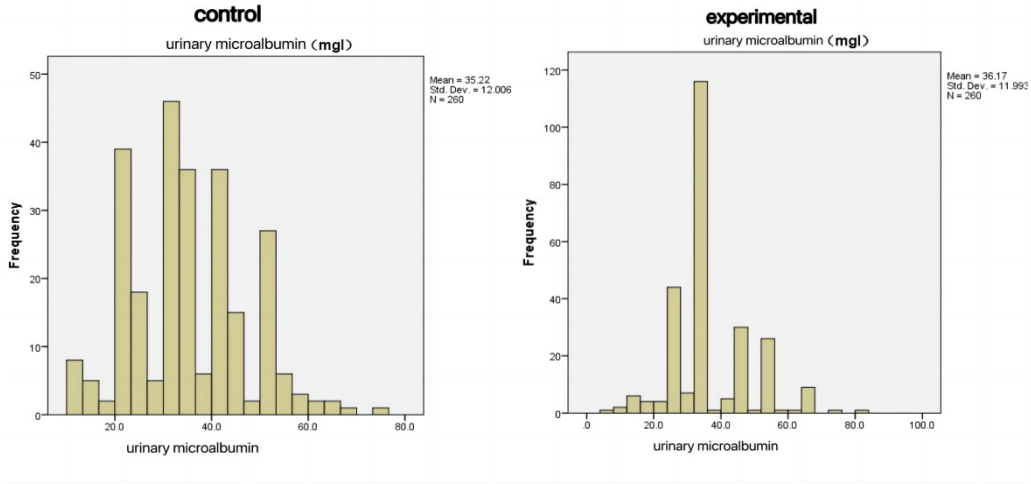



Figure 6 – The statistics of the first measurement -urinary microalbumin

## 3.3. factors affecting type 2 diabetes

Comparison of the first measurement of the index of the Control Group and the experimental group by the independent sample t test, the results are as follows. From the table, we can know that the P value of fasting blood glucose, triglyceride, Glycated hemoglobin and urine Microalbuminuria in the control group and the experimental group are all higher than 0.05, which shows that there is no significant difference

between the Control Group and the experimental group before the measurement of the second index, which satisfies the precondition of the control experiment. (See table 3)

| Variable | Control group(n=260) | Experimental group(N=260) | t | p |
|---|---|---|---|---|
| Fasting blood glucose | 9.722±3.733 | 9.693±4.083 | 0.083 | 0.934 |
| triglyceride | 2.316±1.122 | 2.314±1.120 | 0.013 | 0.989 |
| Glycosylated hemoglobin | 8.081±2.523 | 8.262±2.639 | -0.798 | 0.425 |
| Urinary microalbumin | 35.225±12.006 | 36.244±11.541 | -0.987 | 0.324 |

Table 3 – Comparison of the first measuremen

After the first treatment of the Control Group, Fasting Blood Glucose, triglyceride, Glycated hemoglobin, urine microalbumin and age, weight of the correlation analysis, the results are as follows table. According to the table, there was a positive correlation between body weight and Triglyceride(r=0.131, p=0.305). The higher the body weight, the higher the content of triglyceride. (table 4)

| | | Age | Weight | Fasting blood glucose | triglyceride | Glycosylated hemoglobin | Urinary microalbumin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Age (year) | Pearson correlation | 1.000 | -0.076 | -0.050 | -0.090 | 0.033 | -0.008 |
| | Significance (double tailed) | | 0.220 | 0.421 | 0.148 | 0.591 | 0.903 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Weight (kg) | Pearson correlation | -0.076 | 1.000 | -0.043 | 0.131* | -0.068 | -0.110 |
| | Significance (double tailed) | 0.077 | | 0.278 | 0.305 | 0.281 | 0.058 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Fasting blood glucose (mmol/L) | Pearson correlation | -0.050 | -0.043 | 1.000 | 0.141* | 0.321** | 0.001 |
| | Significance (double tailed) | 0.421 | 0.489 | | 0.023 | 0.000 | 0.987 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Triglyceride (mmol/L) | Pearson correlation | -0.090 | 0.131* | 0.141* | 1.000 | -0.040 | 0.021 |
| | Significance (double tailed) | 0.148 | 0.035 | 0.023 | | 0.526 | 0.733 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |

| | | Age | Weight | Fasting blood glucose | triglyceride | Glycosylated hemoglobin | Urinary microalbumin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Glycosylated hemoglobin (%) | Pearson correlation | 0.033 | -0.068 | 0.321** | -0.040 | 1.000 | -0.046 |
| | Significance (double tailed) | 0.591 | 0.276 | 0.000 | 0.526 | | 0.459 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Urinary microalbumin (mg/L) | Pearson correlation | -0.008 | -0.110 | 0.001 | 0.021 | -0.046 | 1.000 |
| | Significance (double tailed) | 0.903 | 0.077 | 0.987 | 0.733 | 0.459 | |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |

** When the confidence (double test) is 0.01, the correlation is significant.

* When the confidence (double test) is 0.05, the correlation is significant.

Table 4 – correlation analysis of the first measurement of control group

After the second treatment, the Experimental Group of Fasting Blood Glucose, triglyceride, Glycated hemoglobin, urine micro-albumin and age, weight of the correlation analysis, the results are shown in the following table. It can be seen from the table that the correlation between age, weight and index is more than 0.05, so there is no significant correlation between treatment effect and age, weight in the first treatment (See table 5).

| | | Age | Weight | Fasting blood glucose | triglyceride | Glycosylated hemoglobin | Urinary microalbumin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Age (year) | Pearson correlation | 1 | -0.017 | -0.051 | 0.023 | -0.053 | 0.124* |
| | Significance (double tailed) | | 0.790 | 0.413 | 0.708 | 0.392 | 0.046 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Weight (kg) | Pearson correlation | -0.017 | 1 | -0.022 | 0.086 | -0.090 | -0.138* |
| | Significance (double tailed) | 0.790 | | 0.721 | 0.165 | 0.150 | 0.026 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |

| | | Age | Weight | Fasting blood glucose | triglyceride | Glycosylated hemoglobin | Urinary microalbumin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fasting blood glucose (mmol/L) | Pearson correlation | 0.051 | -0.022 | 1 | -0.064 | 0.368** | -0.087 |
| | Significance (double tailed) | 0.413 | 0.721 | | 0.302 | 0.000 | 0.162 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Triglyceride (mmol/L) | Pearson correlation | 0.023 | 0.086 | -0.064 | 1 | -0.046 | -0.045 |
| | Significance (double tailed) | 0.708 | 0.165 | 0.302 | | 0.458 | 0.470 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Glycosylated hemoglobin (%) | Pearson correlation | -0.053 | -0.090 | 0.368** | -0.046 | 1 | -0.033 |
| | Significance (double tailed) | 0.392 | 0.150 | 0.000 | 0.458 | | 0.597 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Urinary microalbumin (mg/L) | Pearson correlation | 0.124* | -0.138* | -0.087 | -0.045 | -0.033 | 1 |
| | Significance (double tailed) | 0.046 | 0.026 | 0.162 | 0.470 | 0.597 | |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |

** When the confidence (double test) is 0.01, the correlation is significant.

Table 5 – Correlation analysis of the first measurement of experimental group

In the second survey was as follows: the Lowest Body Weight of the control group was 46 kg, the highest was 112 kg, and the average body weight was 68.712 ± 10.409 kg, among them, 59kg (56 persons, 21.5%) , 60-69kg (96 persons, 36.9%) , 70kg or more (108 persons, 41.5%) . The Fasting Blood Glucose was 1.00 mmol/l and 39.280 mmol/l, and the Mean Blood Glucose was 8.835 ± 3.663 mmol/l. The mean triglyceride was 1.899 ± 0.832 mmol/l, the mean triglyceride was 5.160 mmol/l and 0.570 mmol/l respectively. The minimum value of Glycated hemoglobin was 2.500%, the maximum value was 14.600%, and the average value was7.540±1.974%Glycated hemoglobin. The minimum Microalbuminuria was 11.200 mg/l, the maximum was 45.400 Mg/l, and the average microalbuminuria was 24.868 ± 5.840 mg/l.

The average weight of the experimental group was 68.585 ± 9.202, the lowest weight was 45kg, the highest weight was 141kg, the average weight was less than 59kg (23

persons, 8.8%) , 60-69kg (99 persons, 38.1%) ,70kg or more (138 persons, 53.1%) . The mean fasting blood glucose was 2.000 mmol/l and 19.560 mmol/l respectively. The mean fasting blood glucose was 7.826 ± 2.176 mmol/l (See figure 7). The minimum and maximum triglyceride were 0.550 MMOLL and 11.040 mmoll respectively, and the average triglyceride was 1.553 ± 1.065 mmoll(Figure 8). The minimum value of Glycated hemoglobin was 0.900%, the maximum value was 9.500%, and the average value was 6.480 ± 1.272% Glycated hemoglobin (See figure 9). The minimum Microalbuminuria was 0.300 mg/l, the maximum was 33.500 Mg/l, and the average microalbuminuria was 12.869 ± 6.868 mg/l (See table 6) (See Figure 10).

| Variable | Control group (N=260) | | | | Experimental group (N=260) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Minimum | maximum | mean | Standard deviation | Minimum | maximum | mean | Standard deviation |
| age | 60 | 86 | 71.220 | 5.768 | 60 | 90 | 70.070 | 5.763 |
| weight | 46 | 112 | 68.712 | 10.409 | 45 | 141 | 68.585 | 9.202 |
| Fasting blood glucose | 1.00 | 39.280 | 8.835 | 3.663 | 2.000 | 19.560 | 7.826 | 2.176 |
| triglyceride | 0.570 | 5.160 | 1.899 | 0.823 | 0.550 | 11.040 | 1.553 | 1.065 |
| Glycosylated hemoglobin | 2.500 | 14.600 | 7.540 | 1.974 | 0.900 | 9.500 | 6.480 | 1.272 |
| Urinary microalbumin | 11.000 | 45.400 | 24.868 | 5.840 | 0.300 | 33.500 | 12.869 | 6.868 |

Table 6 – The statistics of the second measurement of elders with type 2 Diabetes

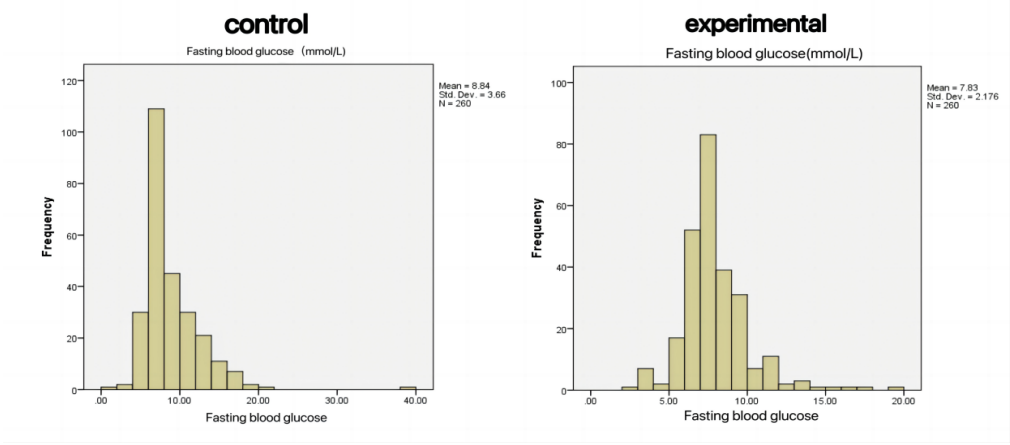



Figure 7 – The statistics of the first measurement-fasting blood glucose

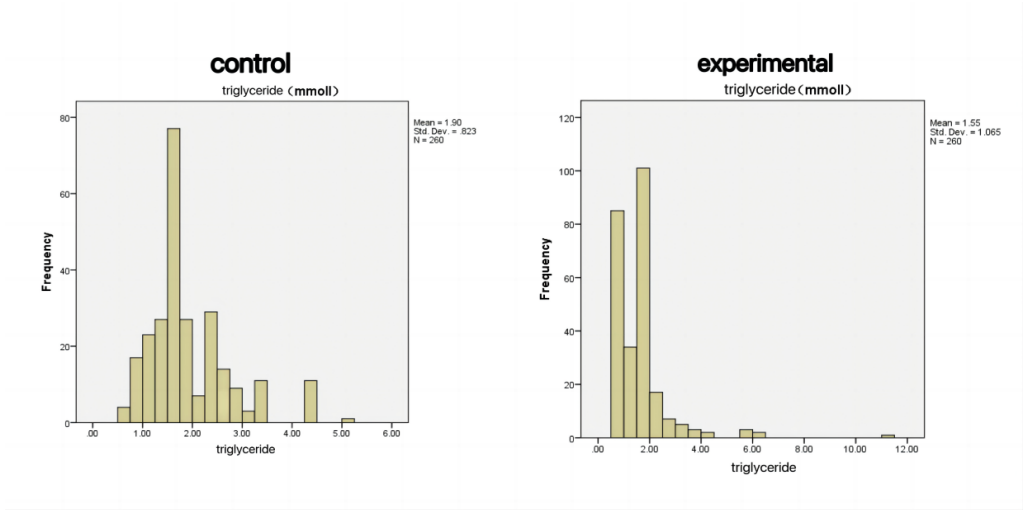



Figure 8 – The statistics of the second measurement-triglyceride

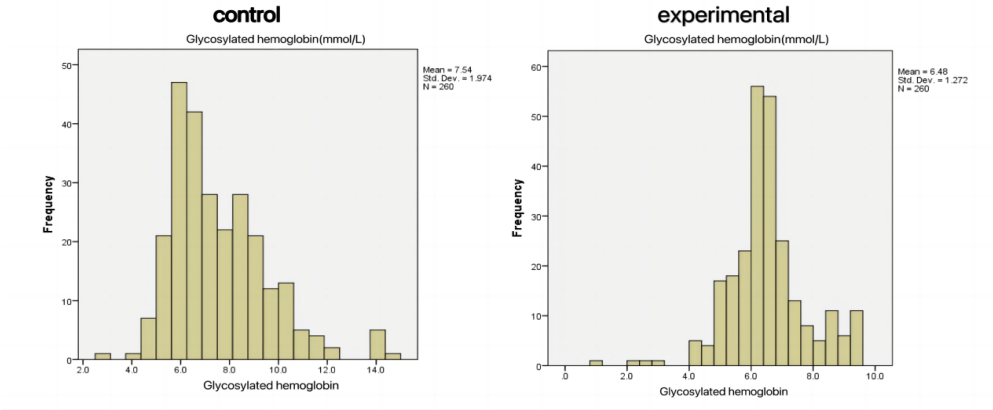



Figure 9 – The statistics of the second measurement -glycosylated hemoglobin

The control group was given routine treatment without combination of medical and nursing care mode; The experimental group was given combination of medical and nursing care mode. After half a year, the independent sample t-test was used to compare the second index measurement between the control group and the experimental group. The results are shown in the table below.

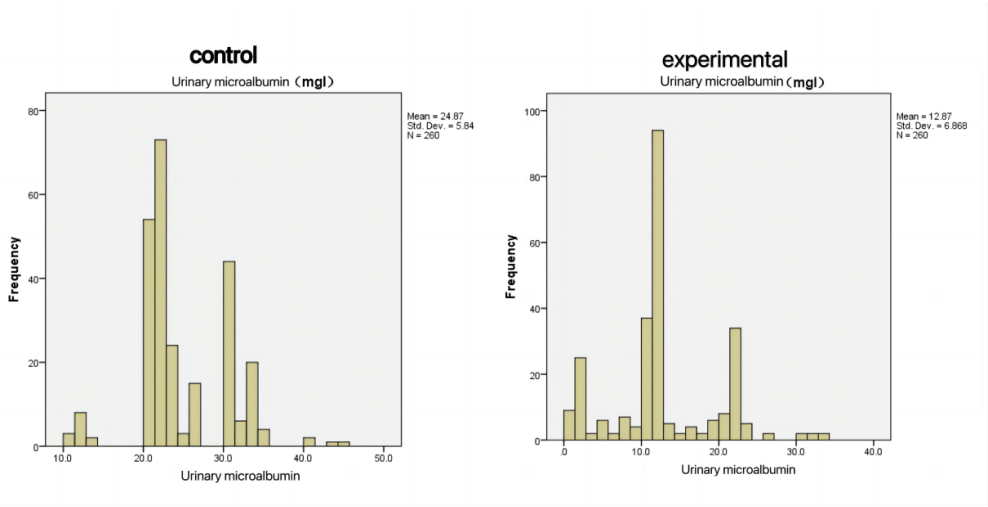



Figure 10 – The statistics of the second measurement -urinary microalbumin

It can be seen from the table that during the second index measurement, the P values of fasting blood glucose, triglyceride, glycosylated hemoglobin and urinary microalbumin in the control group and the experimental group were less than 0.01, indicating that there is a significant difference in the treatment effect between the control group and the experimental group. At the same time, from the mean value, the indexes of the experimental group are significantly lower than those of the control group, indicating that the auxiliary effect of medical care combined with health education and follow-up is better than conventional treatment (See table 7).

| Variable | Control group (N=260) | Experimental group (N=260) | t | p |
|---|---|---|---|---|
| Fasting blood glucose | 8. 84±3. 66 | 7. 83±2. 18 | 3. 819 | <0. 01 |
| triglyceride | 1. 90±0. 82 | 1. 55±1. 06 | 4. 150 | <0. 01 |
| Glycosylated hemoglobin | 7. 54±1. 97 | 6. 48±1. 27 | 7. 283 | <0. 01 |
| Urinary microalbumin | 2. 74±5. 84 | 1. 43±1. 23 | 3. 525 | <0. 01 |

Table 7 – The second index measurement

The control group analyzed the correlation between fasting blood glucose, triglyceride, glycosylated hemoglobin, urinary microalbumin and age and body weight. The results are shown in the table below. It can be seen from the table that there is a positive correlation between weight and triglyceride (r = 0131, P = 0.035). The older the age, the higher the content of glycosylated hemoglobin (See table 8).

| | | Age | Weight | Fasting blood glucose | triglyceride | Glycosylated hemoglobin | Urinary microalbumin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Age (year) | Pearson correlation | 1 | -0.076 | -0.050 | -0.090 | 0.033 | -0.008 |
| | Significance (double tailed) | | 0.202 | 0.421 | 0.148 | 0.591 | 0.903 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Weight (kg) | Pearson correlation | -0.076 | 1 | -0.043 | 0.131* | -0.068 | -0.110 |
| | Significance (double tailed) | 0.220 | | 0.489 | 0.035 | 0.276 | 0.077 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Fasting blood glucose (mmol/L) | Pearson correlation | -0.050 | -0.043 | 1 | 0.141* | 0.321** | 0.001 |
| | Significance (double tailed) | 0.421 | 0.489 | | 0.023 | 0.000 | 0.987 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Triglyceride (mmol/L) | Pearson correlation | -0.090 | 0.131* | 0.141* | 1 | -0.040 | 0.021 |
| | Significance (double tailed) | 0.148 | 0.035 | 0.023 | | 0.526 | 0.733 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Glycosylated hemoglobin (%) | Pearson correlation | 0.033 | -.068 | 0.321** | -0.040 | 1 | -0.046 |
| | Significance (double tailed) | 0.591 | 0.276 | 0.000 | 0.526 | | 0.459 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Urinary microalbumin (mg/L) | Pearson correlation | -0.008 | -0.110 | 0.001 | 0.021 | -0.046 | 1 |
| | Significance (double tailed) | 0.903 | 0.077 | 0.987 | 0.733 | 0.459 | |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |

** When the confidence (double test) is 0.01, the correlation is significant.

* When the confidence (double test) is 0.05, the correlation is significant.

Table 8 – Correlation analysis of the second index measurement in the control group

The experimental group analyzed the correlation between fasting blood glucose, triglyceride, glycosylated hemoglobin, urinary microalbumin and age and body weight.

The results are shown in the table below. It can be seen from the table that there is a positive correlation between body weight and glycosylated hemoglobin (r=0.189, P=0.002). The greater the body weight, the higher the content of glycosylated hemoglobin (See table 9).

| | | Age | Weight | Fasting blood glucose | triglyceride | Glycosylated hemoglobin | Urinary microalbumin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Age (year) | Pearson correlation | 1 | -0.008 | -0.093 | 0.026 | -0.051 | -0.002 |
| | Significance (double tailed) | | 0.897 | 0.133 | 0.681 | 0.411 | 0.981 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Weight (kg) | Pearson correlation | -0.008 | 1 | 0.050 | -0.101 | 0.189** | -0.059 |
| | Significance (double tailed) | 0.897 | | 0.419 | 0.103 | 0.002 | 0.339 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Fasting blood glucose (mmol/L) | Pearson correlation | -0.093 | 0.050 | 1 | 0.092 | 0.027 | -0.242** |
| | Significance (double tailed) | 0.133 | 0.419 | | 0.140 | 0.667 | 0.000 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Triglyceride (mmol/L) | Pearson correlation | 0.026 | -0.101 | 0.092 | 1 | 0.203** | 0.012 |
| | Significance (double tailed) | 0.681 | 0.103 | 0.140 | | 0.001 | 0.853 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Glycosylated hemoglobin (%) | Pearson correlation | -0.051 | 0.189** | 0.027 | 0.203** | 1 | -0.035 |
| | Significance (double tailed) | 0.411 | 0.002 | 0.667 | 0.001 | | 0.577 |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |
| Urinary microalbumin (mg/L) | Pearson correlation | 0.002 | -0.059 | 0.242** | -0.012 | -0.035 | 1 |
| | Significance (double tailed) | 0.981 | 0.339 | 0.000 | 0.853 | 0.577 | |
| | N | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 | 260 |

** When the confidence (double test) is 0.01, the correlation is significant.

Table 9 – Correlation analysis of the second index measurement in the experimental group

# 4. Discussion

## 4.1. Correlation Analysis of the First Measurement in the Control Group

Correlation analysis was performed on the fasting blood glucose, triglyceride, glycosylated hemoglobin, urinary microalbumin, age and weight of the control group. According to data, there was a positive correlation between body weight and triglyceride(r=0.131, p=0.305)in the control group. The higher the body weight, the higher the triglyceride.

Triglycerides are a type of fat that circulate in the bloodstream and are used as a source of energy by the body. When we eat more calories than we need, the excess energy is converted into triglycerides and stored in fat cells. One of the risk factors for high triglycerides is being overweight or obese. This is because excess body weight can lead to insulin resistance and metabolic syndrome, which can cause an increase in triglyceride levels.

Insulin resistance occurs when the body's cells become resistant to the effects of insulin, a hormone that helps regulate blood sugar levels. This can lead to an increase in the production of triglycerides by the liver.

Metabolic syndrome is a group of conditions that increase the risk of heart disease and other health problems. It includes a combination of high blood pressure, high blood sugar, high triglycerides, and low levels of HDL cholesterol.

Therefore, when body weight increases, it can lead to insulin resistance and metabolic syndrome, which in turn can cause an increase in triglyceride levels. It's important to maintain a healthy weight through a balanced diet and regular exercise to reduce the risk of high triglycerides and related health problems.

There also was a positive correlation between glycosylated hemoglobin and Fasting blood glucose(r=0.321, p=0.001) in the control group. The higher the glycosylated hemoglobin, the higher the fasting blood glucose.

The level of glycosylated hemoglobin is directly related to the average blood glucose level during the lifespan of red blood cells (about 120 days). Therefore, if blood glucose levels are consistently high, more glucose will bind to hemoglobin, resulting in a higher level of glycosylated hemoglobin.

Fasting blood glucose, on the other hand, is a measure of the amount of glucose in the blood after an overnight fast. If blood glucose levels are consistently high, the body will have a harder time regulating glucose levels, leading to higher fasting blood glucose levels.

Therefore, the higher the level of HbA1c, the more glucose has been binding to hemoglobin over the past 2-3 months, indicating that blood glucose levels have been consistently high. This in turn means that the body has been having a harder time regulating glucose levels, resulting in higher fasting blood glucose levels.

## 4.2. Correlation Analysis of the First Measurement of Experimental Group

Correlation analysis was performed to determine the fasting blood glucose, triglyceride, glycosylated hemoglobin, urinary microalbumin and age, weight of the experimental

group. The results are shown in the following table. There was a positive correlation between glycosylated hemoglobin and Fasting blood glucose(r=0.368, p=0.001)in the experimental group. The higher the glycosylated hemoglobin, the higher the fasting blood glucose.

## 5. Conclusions

The survey was completed in Shaanxi Province. The subjects of the study were selected randomly from the elder diabetes patients (60 years old and above) in three hospitals. After screening according to inclusion criteria, the patients were divided randomly between the control group and the experimental group under the ratio of 1:1. A data platform was established for these 520 elderly people, 260 of whom in the experimental group were provided with combination of medical and nursing care model, while 260 patients were served as control group that underwent the routine treatment without the combination of medical and nursing care model.

## References

Alulema R X P, Sevilla V C, Latta M A. (2020) Gait Dual-task activities and Mild Cognitive Impairment in the elderly analyzed through a Tele-rehab platform. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E33): 302-311.

Amanat, S., Ghahri, S., Dianatinasab, A., Fararouei, M., & Dianatinasab, M. (2020). Exercise and Type 2 Diabetes. In J. Xiao (Ed.), Physical Exercise for Human Health, 91-105.

Apovian, C. M., Okemah, J., & O'Neil, P. M. (2019). Body Weight Considerations in the Management of Type 2 Diabetes. Advances in Therapy, 36(1), 44–58.

Dhatariya, K. K., Glaser, N. S., Codner, E., & Umpierrez, G. E. (2020). Diabetic ketoacidosis. Nature Reviews Disease Primers, 6(1), 1-20.

Duh, E. J., Sun, J. K., & Stitt, A. W. (2017). Diabetic retinopathy: Current understanding, mechanisms, and treatment strategies. JCI Insight, 2(14), e93751.

Egan, A. M., & Dinneen, S. F. (2019). What is diabetes? Medicine, 47(1), 1-4.

Forouhi, N. G., & Wareham, N. J. (2019). Epidemiology of diabetes. Medicine, 47(1), 22-27.

Frydrych, L. M., Bian, G., O'Lone, D. E., Ward, P. A., & Delano, M. J. (2018). Obesity and type 2 diabetes mellitus drive immune dysfunction, infection development, and sepsis mortality. Journal of Leukocyte Biology, 104(3), 525-534.

Hu, Y., Zong, G., Liu, G., Wang, M., Rosner, B., Pan, A., Willett, W. C., Manson, J. E., Hu, F. B., & Sun, Q. (2018). Smoking Cessation, Weight Change, Type 2 Diabetes, and Mortality. New England Journal of Medicine, 379(7), 623-632.

Jannasch, F., Kröger, J., & Schulze, M. B. (2017). Dietary Patterns and Type 2 Diabetes: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis of Prospective Studies. The Journal of Nutrition, 147(6), 1174-1182.

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

Recebido/Submission: 11/06/2023
Aceitação/Acceptance: 14/08/2023

# Application of Face Recognition Technology based on PCA Algorithm in Campus security Management

Jin Dong

**dgmt636jej79036@126.com**

Nanjing Normal University Taizhou College Logistics and Security Division, Taizhou, 225300, China

**Pages: 495-508**

***Abstract:*** Face recognition research began in the 1970s. With the rapid development of science and technology and computer technology, it has been applied to property management, and has become a new research direction. Based on this, in this paper, the research status of Campus security and face recognition at home and abroad was investigated, the concept and principle of face recognition technology were analyzed, and a face recognition algorithm based on PCA algorithm was proposed. And then the principal component analysis method was derived and applied to face recognition. A new wavelet transform method was established for face recognition algorithm, and the facial feature vector was extracted, and the recognition method combining wavelet transform with PCA algorithm was obtained. Finally, the proposed algorithm was applied to intelligent Campus security management system. The results show that the algorithm can effectively improve the recognition accuracy, and can meet the design requirements, which provides a theoretical basis for the subsequent system research.

***Keywords:*** PCA Algorithm; Face Recognition; Campus Security

## 1. Introduction

In today's high-tech era, face recognition technology has become an important part of campus security access control systems. As an innovative solution based on biometrics, facial recognition technology plays an increasingly important role in ensuring campus security (Andrejevic M., et al., 2020). In this article, we will explore the application of facial recognition technology in campus security access control systems and how it can improve campus security. Face recognition technology is a technology that uses computer vision algorithms to identify and verify individual identities (Jaiswal A., et al., 2020). Unlike traditional authentication methods such as keys, door cards, etc., face recognition technology analyzes an individual's facial features to authenticate the identity. This technology is highly accurate and convenient, providing strong support for campus security access control systems (Sanjay S., et al., 2020). In practical applications, face recognition technology can also be combined with other security measures in schools, such as video surveillance, alarm systems, etc (Cai Y., et al., 2016). When the access control system detects an unauthorized person, an alarm can be triggered immediately, and the relevant image can be automatically recorded for subsequent tracing (Cui Y., 2023). This not only improves the preventive capacity of campus safety, but also provides

strong evidence in the event of a safety incident. In addition, face recognition technology can also realize attendance management, classroom attendance statistics, examination room proctoring and other applications (Majeed A., et al., 2018). By using face recognition technology, teachers can more accurately understand students' attendance and detect absences in time, which helps improve students' learning enthusiasm and participation.

In short, the application of face recognition technology in campus security access control system has broad prospects and important significance. As educators and technology enthusiasts, we should actively explore and promote the development of this field and contribute to building a safer and smarter campus environment. At the same time, we also need to pay attention to possible problems in the process of technology application, and take effective measures to ensure the reasonable use and safety of technology. Only in this way can we give full play to the advantages of face recognition technology in the campus security access control system and provide a better learning and living environment for teachers and students.

## 2. Face Recognition Technology

### 2.1. Face Recognition Technology

The process of face recognition technology can be roughly divided into two aspects: (1) recognition. When a human face image appears in the recognition range, the recognition system will extract the facial features of the face image, and process, transform and store these features; (2) discriminant. The facial features acquired by the previous step are compared with the identified "correct" information to determine whether to perform the next step (Ali A., et al., 2014).



Figure 1 – Face recognition

As far as the face recognition system is concerned, there are three kinds of recognition methods: (1) discriminant of facial image features; (2) classification and discrimination of the collected information, with the Bayesian method and artificial neural network method; (3) facial image reconstruction, with the Eigen face method (Berretti S., et al., 2010). According to the feedback image of the human face in the recognition system, further processing is carried out to get a gray information which is easy to identify but different from the ordinary picture, on the one hand, to reduce the influence of human face organs on the discriminant results, and on the one hand to speed up the identification (Wilmer J B., et al., 2010).

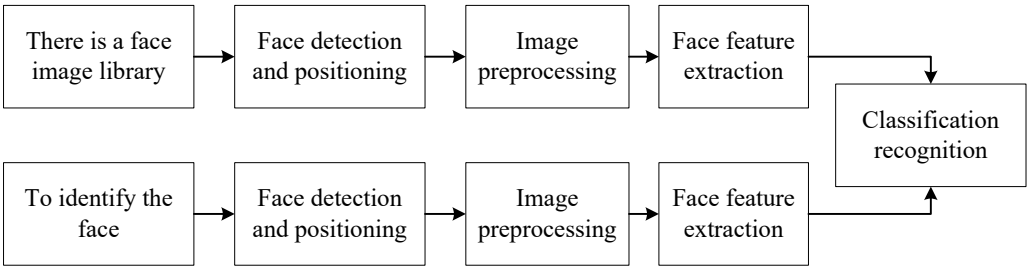



Figure 2 – Face recognition flow chart

### 2.2. PCA Algorithm

PCA (principal Component Analysis) is a technique used to reduce dimensionality and extract features in computer vision, which is considered to be one of the effective methods for face recognition. In the PCA algorithm, the face image is regarded as a random vector, and the orthogonal transformation basis of all the face space samples is obtained by K-L transform. These basic vectors have similar shapes to human faces, and represent the features of human faces which are different from other objects, so that they are called facial vector. PCA does not collect individual features of the eye, nose, mouth and other organs, but uses the whole face image coding, analysis, and acquisition (also called eigen face method), which greatly reduces the difficulty of recognition (Yang A Y., et al., 2013). But at present, there is no computational method for quick calculation of feature information, and so each identification and acquisition is a very large and time-consuming calculation process (Cheng E J., et al., 2019). In response to these shortcomings, scientists have tried to reduce the impact of light on various parts of the face to reduce the amount of computation.

## 3. Realization of Face Recognition Function

### 3.1. The Basic Principle of PCA Method

In a two-dimensional space $m \times n$, the captured face image $I(x, y)$ is placed into the gray image, and the vector $X$ is represented by $N = m \times n$. At this time, the facial feature set is $\{X_i \mid i = 1, \cdots, M\}$, in which, $M$ denotes total number. The distribution matrix $S_t$ of $N \times N$ is constructed based on vector feature:

$$S_t = \sum_{i=1}^{M} (X_i - \mu)(X_i - \mu)^T \quad (1)$$

$\mu$ represents the mean vector

$$\mu = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M} X_i \tag{2}$$

$\omega_1 \cdots \omega_d$ is the projection axis, whose arithmetic meaning is to make the function product value be the extreme value, and the physical meaning is the maximum of projection quantity.

$$J_t = \omega^T S_t \omega, \quad \omega^T \omega = 1 \tag{3}$$

Otherwise expressed as:

$$J_t = \frac{\omega^T S_t \omega}{\omega^T \omega} \tag{4}$$

According to the Rayleig entropy and its extremum principle calculated by the upper form, the optimal projection axis can be chosen as the orthogonal vector corresponding to the largest eigenvalue of $S_t$.

The computation process is: first, the eigenvector $v_l (l = 1, \cdots, M)$ of a smaller matrix $M \times M$ is computed:

$$L = A^T A \tag{5}$$

$$A = [X_1 - \mu, \cdots, X_M - \mu] \tag{6}$$

The eigenvector $\mu_l (l = 1, \cdots, M)$ of the matrix $S_t$ is obtained by linear combination of the difference image $X_1 - \mu (l = 1, \cdots, M)$ and $v_l (l = 1, \cdots, M)$.

$$U = [\mu_1, \cdots, \mu_M] = [X_1 - \mu, \cdots, X_M - \mu][v_1, \cdots, v_M] = AV \tag{7}$$

The eigenvectors of the largest $d$ eigenvalues of the $L$ are computed, and the $d$ is determined by the threshold $\theta_\lambda$:

$$J = \min\left\{ d \Big| \sum_{i=1}^{d} \lambda_i / \sum_{j=1}^{M} \lambda_j > \theta_\lambda \right\} \tag{8}$$

### 3.2. Face Recognition Based on Principal Component Analysis

A simple face recognition system consists of four processes: reading and writing face database, recording feature vectors and eigenvalues; comparing the collected samples with the original samples; analyzing the contrast data of each feature; determining the result and whether to perform the next step (Lu J., et al., 2013). The detailed process is as follows: reading and writing face database: in this design, the ORL face database (University of Cambridge face Library) was used, in which, a total of 40 people were recorded, and each person recorded 10 images (Xiang Z., et al., 2018). The image resolution of the face database of University of Cambridge was 112×92. And in the 400 images of the library, each person's first five pictures were set as training pictures to form a set of training pictures; while the remaining 200 pictures were test pictures, forming a test set (Gupta S., et al., 2021). It is not difficult to calculate, vectors consisting of these images are 10304, so that the training matrix is 10304*200. The prescribed spanning matrix $S_t$ is the total distribution matrix of the training sample set:

$$S_t = \sum_{i=1}^{200} (X_i - \mu)(X_i - \mu)^T \tag{9}$$

In the upper form, $X_i$ represents the vector of the first $i$ image in the sample set, and $\mu$ is the mean vector of the sample set. Since the total number of samples is too large, the computational complexity increases exponentially when the eigenvector is solved, and so the SVD theorem (singular value decomposition theorem) is used below.



Figure 3 – Average face

SVD theorem is used to solve eigenvalues and eigenvectors: the definition of SVD theorem: if the matrix $A \in R^{m \times n}$, there is an orthogonal matrix $U = \{\mu_1, \mu_2, \cdots, \mu_m\} \in R^{m \times n}$, and $V = \{v_1, v_2, \cdots, v_n\} \in R^{m \times n}$, and then $U^T AV = diag(\sigma_1, \sigma_2, \cdots, \sigma_p) = W$, and $p = \min(m, n)$, that is $A = UWV^T$, in which, $A$ is called singular value decomposition. $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \cdots \geq \sigma_p \geq 0, \sigma_i (i = 1, 2, \cdots, p)$ is the singular value of $A$, and is the square root of the eigenvalues of $AA^T$ or $A^T A$, that is $\sigma_i = \sqrt{\lambda_i}$.

Good stability is one of the characteristics of singular value vectors, which makes the gray change caused by the difference of image noise and illuminations have little effect on the calculation results. This method is called the eigen face method because the system uses feature vectors to represent one of its corresponding faces, and so the training picture constitutes a feature vector map. When the feature vector graph identified by the test image is consistent with the training feature vector graph, it is confirmed that the test image is successful. The method of calculating eigenvalues and eigenvectors is: (1) building the matrix according to the original gray level data; (2) computing the eigenvalues and eigenvectors of the matrix; (3) sorting out the eigenvalues and eigenvectors. 30 faces are selected, as shown in the figure 4.



Figure 4 – 30 feature faces



Figure 5 – Portrait reconstruction map

Projection of feature samples and its recognition: the obtained eigenvalues and eigenvectors of each group are placed in the feature dimension space. And the eigenvalues and eigenvectors of each image can form a feature point and a line combination graph according to the coordinate coefficients.

Face construction graph recognition: The simplest comparison method is to compare the eigenvalues and eigenvectors, so as to judge the identity of the object according to the distance. In measuring distance, the commonly used methods are: Ming's measurement method, European measurement method, Markov measurement method, and absolute value measurement method.

### 3.3. Extracting Facial Feature Vectors

There are three main processes in extracting facial features: (1) analysis and calibration of effective collection area; (2) for the collected facial images, including numerous facial vectors, after the feature is effectively separated from the face, a planar dimension map about the eigenvalues and eigenvectors is obtained; (3) through the comparison of plane dimension map at different scales, the value of small variation is used as the original gray level data.

According to the research of facial geometric features, the proportion of the main features of the face is shown in figure 6. In the graph, the o point is the middle point of human eyes. It is specified that the distance from the point to the lower boundary of the image is 1.5D, and the distance between the point to the left border and the right border of the image is D, and the distance from the point to the upper boundary of the image is 0.5d. And therefore, the image is cut into a square (2d, 2d). As shown in Figure 6, the face scale map, according to the gray entropy and gray values and other related theoretical knowledge, the eye and mouth characteristics are collected and analyzed.

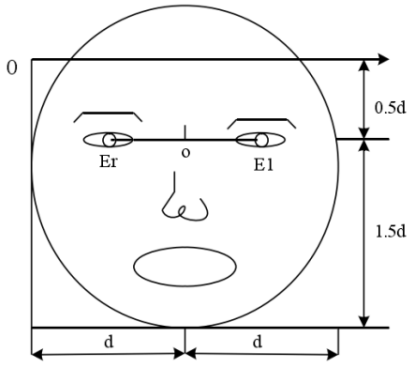



Figure 6 – Face cut ratio

### 3.4. Application of Wavelet Transform in Recognition Calculation

In order to decompose a picture into four pictures of different frequencies is called the one level wavelet transform. After the wavelet transform, each subgraph has its own recognition ability. In the subsequent analysis and calculation, if only one image

is considered, a part of minutiae is equivalent to be abandoned. Compared with the original image, the definition is low, but still has a high recognition degree. And the loss of three images will inevitably reduce the memory occupied by the picture and simplify the subsequent calculation process. If a subgraph is decomposed into four pictures with different frequencies, it is the two level wavelet transform. The two level wavelet transform has the same characteristics as the one level wavelet transform. Each image is decomposed n times, then the sub image is only $1/4^n$ of original image.

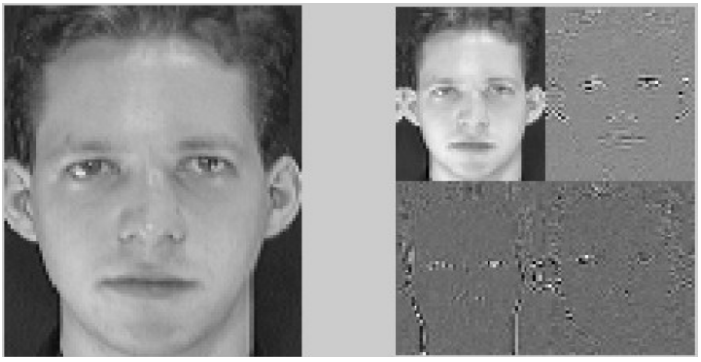


Figure 7 – The original image is decomposed by the image

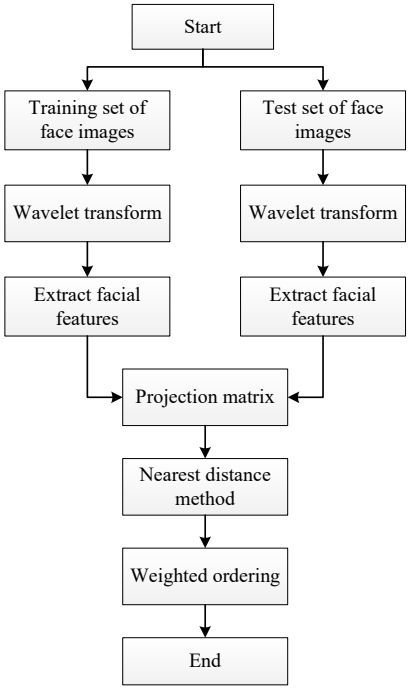



Figure 8 – Application of wavelet transform in face recognition system

In this paper, the wavelet transform method was used to process the image in face recognition. The basic content of wavelet transform is: the original image is decomposed into four sub graphs with different frequency (if necessary, multiple decomposition) by the one level wavelet transform; then using the sub graph as the sample, the average distribution matrix is obtained and the optimal projection matrix is obtained; the average value of training samples is compared with the optimal projection matrix, and the difference is projected to the optimal projection matrix; and by using the same method, the test samples are operated the same way; finally, four characteristic matrices of training samples and four matrices about test samples are obtained. According to the distance method mentioned above, the pictures are compared and classified, and the final result is sorted by weight to determine whether the identification condition is met. The calculation method is as follows:

There are a total of C individual face categories, $\omega_1, \omega_2, \cdots, \omega_c$, subscripts is the number of samples $n(i)$ of class i, $N = \sum_{i=1}^{C} n(i)$ is the total number of training samples. Human face image $A_{ij}$ is $m \times n$ pixel matrix. The sample $A_{ij}$ is decomposed into 2 * 2 pixel matrix by the one level wavelet transform.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} (A_{ij})_{11} & (A_{ij})_{12} \\ (A_{ij})_{21} & (A_{ij})_{22} \end{bmatrix} \tag{10}$$

The distribution matrix is obtained, and the face is evaluated for each decomposition matrix:

$$(n_{kl})_i = \left( \frac{1}{n(i)} \sum_{j=1}^{n(i)} (A_{ij})_{kl} \right)_i \tag{11}$$

In the above formula, $i = 1, 2, \cdots, C; j = 1, 2, \cdots, n(i); k = 1, 2; l = 1, 2$; $n(i)$ is the capacity of class i samples; $M = 4\sum_{i=1}^{C} n(i) = 4N$ is the number of sub block matrices in the total matrix.

Then the total scatter matrix is:

$$G_t = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{C} \sum_{j=1}^{n(i)} \sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{2} \left( (A_{ij})_{kl} - (n_{kl})_i \right)^T \left( (A_{ij})_{kl} - (n_{kl})_i \right) \tag{12}$$

$G_t$ is a nonnegative definite matrix. By calculating the optimal projection matrix, the detailed calculation method is as follows: n maximum eigenvalues are found in the $G_t$ distribution matrix, and the eigenvectors of the n eigenvalues are calculated respectively. These eigenvectors are constructed by $X_1, X_2, \cdots, X_r$. If $P = [Z_1, Z_2, \cdots, Z_r]$, P is the optimal projection matrix of the solution.

The feature is extracted from the training sample set:

Firstly, the training sample image is calculated, and the average face is obtained. Its calculation method is:

$$\eta = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{C} \sum_{j=1}^{n(i)} \sum_{k=1}^{2} \sum_{l=1}^{2} \left( A_{ij} \right)_{kl} \tag{13}$$

$i = 1, 2, \cdots, C; j = 1, 2, \cdots, n(i); k = 1, 2; l = 1, 2$

The training sample $A_{ij}$ is processed by wavelet transform, and the feature matrix of the four sub graph $A_{ij} = \begin{bmatrix} \left( A_{ij} \right)_{11} & \left( A_{ij} \right)_{12} \\ \left( A_{ij} \right)_{21} & \left( A_{ij} \right)_{22} \end{bmatrix}$ is:

$$B_{ij} = \begin{bmatrix} \left( \left( A_{ij} \right)_{11} - \eta \right) P & \left( \left( A_{ij} \right)_{12} - \eta \right) P \\ \left( \left( A_{ij} \right)_{21} - \eta \right) P & \left( \left( A_{ij} \right)_{22} - \eta \right) P \end{bmatrix} \tag{14}$$

As mentioned above, the original images are transformed into four sub graphs (where the one level transform is taken as an example), all of which have some degree of identification results. The report shows that in the four sub graph, low-frequency subgraph has the highest resolution, followed by vertical and horizontal sub graph sub graph, and the discrimination rate of the diagonal map is the lowest. In practical applications, the discrimination process is a comparison of four sub graphs. The main information in low frequency sub graph and the detail information in high frequency sub plot make the discrimination rate greatly improved.

## 4. Experimental Results and Analysis

### 4.1. Experimental Environment and Face Database

In the experiment, the PC operating system used was Windows 7; the computer CPU was Intel (R) Core (TM) i3-2350M, and the computing memory was 2GB; and the virtual computing software used was MATLAB. In the face recognition effect detection and verification, the ORL face database (University of Cambridge face Library) was still used, in which, a total of 40 people were recorded, and each person recorded 10 images.

And the pixel was 112 × 92. The main differences between the pictures were the shooting time and the shooting angle, and the photographer also had different facial expressions.



Figure 9 – ORL Face Bank (Cambridge University Face Library)

### 4.2. Comparison between improved algorithm and classical algorithm

From the ORL face database, optional five pictures of each person were randomly selected as training samples, and the rest of the five pictures were unified as test samples. In the experiment, the wavelet transform method was used to simplify the calculation process, and each original image was decomposed by wavelet. As far as one of the original pictures was concerned, it corresponded to a 2 * 2 module matrix. Then, the feature matrix of the four sub graphs was extracted (the test sample was the same as the operation process). Finally, according to nearest distance method, the sub graph was classified and weighted. The wavelet transform mainly includes four kinds: wavelet base Haer, wavelet base series Daubachias, wavelet base series Bierthogenal, and wavelet base series Symlats. The sym4 wavelet performs best when testing each wavelet base. Therefore, in this paper, the wavelet transform used in the calculation method was also sym4. Each sub graph was calculated 10 times and its average value was calculated, and the results were calculated and compared by M2DPCA and CA-M2DPCA respectively. The line chart is drawn as shown in Figure 10.

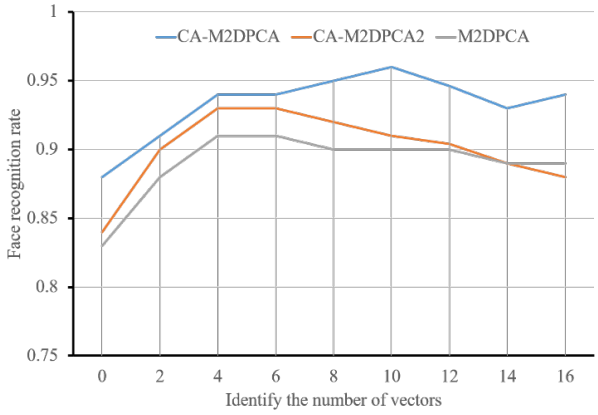



Figure 10 – Comparison of Face Recognition Rates of Different Algorithms under Different Authentication

By comparing the experimental results, it is not difficult to analyze that the performance of the proposed algorithm is superior to other algorithms. It is considered that the M2DPCA algorithm is the main reason for the excellent results of wavelet transform in the algorithm. In addition, in the identification, the low frequency sub graph is used as the main method, and the high frequency sub image method is used as the auxiliary method, which greatly improves the accuracy of discrimination and reduces the calculation content in the process of computer recognition. Experiments show that the algorithm proposed in this paper should be used in practical applications.

### 4.3. Training Sample Experiment

In the analysis of the distribution matrix and the sample set, it is not difficult to get out that with the increase of the number of training samples, the more features can be collected, thus showing that with the increase of recognition, the recognition rate will become higher. The following is the experiment about the influence of training sample number on recognition effect. In this experiment, each person's $k\left(k=2,3,\cdots,8\right)$ face image was extracted to form a training sample set, and the remaining $10-k$ pictures were the collection of test samples. In the experiment, the wavelet transform was implemented by sym4, and the algorithm was simulated by Matleb software. After 10 calculations, the average value of each set of data was taken as the standard, and the line graph was drawn, as shown in figure 11.

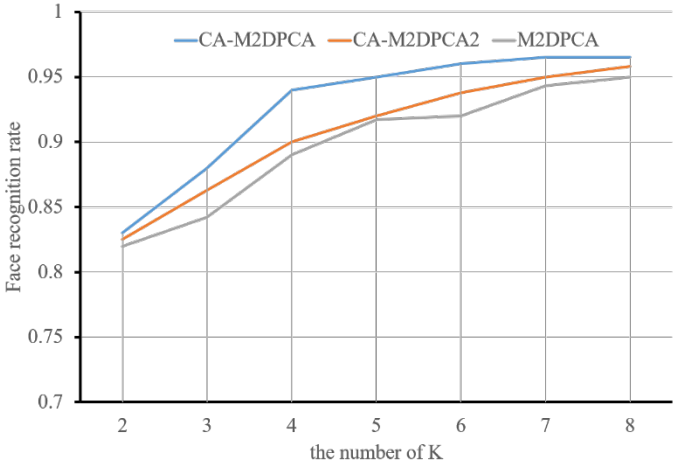



Figure 11 – Number of different training samples in the ORL database recognition rate

From the experimental results of Figure 11, it is obvious that the face recognition rate obtained by the three algorithms is increasing with the increase of training samples. Therefore, the number of samples will affect the recognition effect, and is positively correlated with the recognition effect. And the test results of the wavelet transform and the CA-M2DPCA algorithm mentioned above are obviously superior to those of the other

two algorithms. When the number of samples is higher than 5, the recognition rate of wavelet transform and CA-M2DPCA algorithm is 0.955.

## 5. Conclusions

The research of face recognition has been successfully applied in many fields, especially in the field of intelligent image recognition and intelligent image analysis. Therefore, the application of face recognition in campus security can not only effectively save time and resources, but also make the campus safer. In this paper, under the premise of fully understanding the development status and trends of face recognition, the PCA algorithm was applied to face recognition technology. The method and process of face recognition were analyzed, and then combined with its characteristics, the basic theory of PCA algorithm was established, and the calculation formula was deduced. After that, according to its principle, the face recognition technology based on principal component analysis was proposed. In order to further improve the accuracy and extract the facial feature vector, the wavelet transform method was used to improve the accuracy of the PCA algorithm. Finally, the ORL face database was used to verify the experiment. The results show that the accuracy of the proposed face recognition technology is higher than that of the original technology, and can meet the use of campus security system.

## References

Ali A, Hussain S, Haroon F, et al. (2014) Face Recognition with Local Binary Patterns. Bahria University Journal of Information & Communication Technologies, 5(1):46-50.

Andrejevic M, Selwyn N. (2020) Facial recognition technology in schools: Critical questions and concerns. Learning, Media and Technology, 45(2): 115-128.

Berretti S, Bimbo A D, Pala P. (2010) 3D Face Recognition Using Isogeodesic Stripes. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 32(12):2162-2177.

Cai Y, Wang Y. (2016) Research on the community security big data mining auxiliary risk early warning model based on artificial intelligence and information retrieval. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E12): 307-319.

Cheng E J, Chou K P, Rajora S, et al. (2019) Deep sparse representation classifier for facial recognition and detection system. Pattern Recognition Letters, 125: 71-77.

Cui Y. (2023) Vocal Music Performance Evaluation System Based on Neural Network and Its Application in Piano Teaching. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E55): 451-464.

Gupta S, Thakur K, Kumar M. (2021) 2D-human face recognition using SIFT and SURF descriptors of face's feature regions. The Visual Computer, 37: 447-456.

Jaiswal A, Tarar S. (2020) Real-Time Biometric system for security and surveillance using face recognition, Advances in Computing and Data Sciences: 4th International Conference, ICACDS 2020, Valletta, Malta, April 24–25, 2020, Revised Selected Papers 4. Springer Singapore, 293-304.

Lu J, Tan Y P, Wang G. (2013) Discriminative Multimanifold Analysis for Face Recognition from a Single Training Sample per Person. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 35(1):39.

Majeed A, Ali M. (2018) How Internet-of-Things (IoT) making the university campuses smart? QA higher education (QAHE) perspective, 2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC). IEEE: 646-648.

Sanjay S, Soorya S S N, Vengatesh R, et al. (2020) Security Access Control System Enhanced with Face Mask Detection and Temperature Monitoring for Pandemic Trauma, 2022 2nd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT). IEEE: 1-6.

Wilmer J B, Kanwisher N G. (2010) Human face recognition ability is specific and highly heritable. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107(11): 5238-41.

Xiang Z, Tan H, Ye W. (2018) The excellent properties of a dense grid-based HOG feature on face recognition compared to Gabor and LBP. IEEE Access, 6: 29306-29319.

Yang A Y, Zhou Z, Balasubramanian A G, et al. (2013) Fast l1-minimization algorithms for robust face recognition. IEEE Transactions on Image Processing A Publication of the IEEE Signal Processing Society, 22(8):3234-3246.

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

Recebido/Submission: 20/06/2023
Aceitação/Acceptance: 30/08/2023

# The Application of Landscape Painting in Landscape Design Based on Association Rules Algorithm

Xing Lu*, Haslinda Abd. Razak, Liza Marziana Binti Mohammad Noh, Hui Liu

**2021698734@student.uitm.edu.my**

College of Creative Art, University Teknologi MARA, Malacca, Malaysia

**Pages: 509-522**

***Abstract:*** With the improvement of technology, three-dimensional rendering of plane works has become a frontier topic in the field of image research, and the research on the direction of Chinese landscape painting has also made great progress. Moreover, the unique sense of space presented in landscape painting is very attractive. This spatial perception is very important for landscape design, especially in the present market, there are many similarities in the landscape design, which leads to the design cannot carry too much art, directly affect the culture of the people to enjoy the cultivation of interest. Association rule algorithm and Halcon algorithm are used in this paper to design and implement a 3D algorithm for landscape painting, hoping to bring new ideas for the future application of landscape painting in landscape design.

***Keywords:*** Association Rule Algorithm; Landscape Design; Application of Landscape Painting Art

## 1. Introduction

Nowadays, in the highly developed society of the city, the population of the city is increasing, while people's living space is also decreasing. It is precisely because of the development of this city, the concentration of the population, and the changing living environment of the people, which has led to a constant change in the view of things and more and more attention to the relationship between the environment and human beings (Soydan O. 2020). In the highly developed economy of urban life, all want to have a green house, so that people who live in the center of the city can relax for a long time. The idea of the pursuit of natural worship is carried forward again (Liu C., et al., 2017). The harmonious coexistence between man and nature is also a noble pursuit. The "theory that man is an integral part of nature" which man always said is the highest state. Many foreign design companies are beginning to develop towards this respect, at the same time, various colleges and universities in China have also added landscape design major (Yang Y K., et al., 2019). The domestic landscape design industry also has a good development situation, thriving day by day, but there are still some problems (Jia-Tao Y U., 2017). From a global perspective, our landscape design industry started late and the overall time was not long. Because it is the deep stage of globalization, many people are also influenced by foreign culture and have an impact on landscape design,

which is a difficult problem we need to solve (Zhang C., et al., 2019). In most cases, the first consideration is to mimic the design of foreign countries, and to abandon their own excellent traditional culture, which leads to completely divorced from the local culture, the public's unacceptable or even disgust. It is hoped that the application of landscape painting in landscape design based on association rules algorithm can bring new ideas for future design direction.

## 2. Related Work

At present, the application of landscape painting to 3D landscape design is just a few, but it is still in primary stage. Early scholars have studied the texture of the mountain stone and deduced the mountain rock in two dimensions, then get the final plane demonstration (Pozo D., et al., 2019). The principle is to analyze the contour lines of the rock, the area and trend of the rock texture, and then improve its related parameters, and finally get the two-dimensional analysis result. Later, a 3D NPR rendering framework was added to the above methods, and the texture was transformed into 3D texture by probability model. But in the early stage, trees can only be processed in three dimensions, and the other parts of the picture cannot be processed in a comprehensive way (Shi-Peng X U., et al., 2017). Later, some scholars use image technology to synthesize a landscape painting, and then simulate it by algorithm. According to the complex operation of the texturing method, the parameters of each dimension are calculated and the final results are synthesized. However, the result often deviate, and the actual space is different, the effect is not ideal. Later, some scholars took into account the complex and varied texture characteristics of landscape painting, and they also had many commonalities (Hongxia L., et al., 2016). Therefore, based on the texture synthesis algorithm, the depth improvement is made, and a new synthesis algorithm is proposed. In terms of its actual use, it has a very good effect on smaller textures, but it is not ideal for the display of a strip texture (Sun Q.., 2020). The immaturity of these objective technologies makes the application of landscape painting in landscape design at an early stage.

## 3. Methodology

### 3.1. Association Rule Algorithm

In the early 90s of the last century, Researchers Agrawal and others have discussed the association rules, and have developed the corresponding data mining algorithm AIS, but could not deal with more complex problems at the time. In the second year, they put forward the theory of item set space, and then deduced the Apriori algorithm. Until now, this algorithm is still a hot topic in the field. After that, many people began to enter the field of data mining in association rules. In the large scope of data mining, association rules are one of the most famous hot research fields, and now more and more people are beginning to pay attention to this field. First, in order to solve the problem of shopping basket analysis, people put forward association rules for analysis. For example, the shop chief, in order to understand the consumer's consumption behavior, especially wants to know what customers will buy two or more products in the process of consumption. In

order to solve this problem, complete the merchandise statistics for customers' shopping basket at first. After analyzing the statistics, the intrinsic relationship between the goods selected by customers will be understand and then analyze consumer behavior. Through these analyses, it is clear that the possibility of the purchase of the goods by the consumer is very clear, and then the shop chief completes the sales plan based on the data.

The content of the association rules is as follows. Suppose that $I = \{i_1, i_2, \ldots, i_m\}$ is a collection of items, giving a transaction database $D = \{t_1, t_2, \ldots, t_m\}$, where each transaction $t$ is a non-empty subset of I, that is $t \in I$, and each transaction corresponds to a unique identifier $TID$. Association rules are the implication of shape like $X \Rightarrow Y$. Among them, $X, Y \in I$ and $X \cap Y = \phi$, X and Y are known as the forerunner and successor of association rules, as shown in Figure 1. The support degree of association rule $X \Rightarrow Y$ in D is the percentage of transactions containing $X \cup Y$ in D that is, probability $P(X \cup Y)$. Confidence is a percentage of Y contained in transactions containing X, that is, conditional probability $P(X|Y)$. If the minimum support threshold and minimum confidence threshold are satisfied, the association rules are effective. These thresholds are set by the user or the expert.

Based on the above definition of association rules and combine with the grey prediction algorithm, a grey correlation analysis model can be designed:

$$R = Y \times W \tag{1}.$$

In this formula, the variable *R* is mainly expressed as the evaluation result vector formed by the *M* evaluation object; variable *W* is mainly expressed as the weight vector formed by the *N* evaluation index; variable *E* is the evaluation matrix of each index, and the variable $x_i$ (*k*) is the correlation coefficient of the $i$ index and the $K$ best index of the evaluated object of *K*. In general, it is necessary to sort the index directly according to the value of *R*.

Set the $F = [j_1^*, j_2^*, \cdots j_n^*]$, the $j_k^*$ in the formula is the optimal value of the *k* index.

Because different evaluation indexes have different quantity levels themselves, they cannot be compared directly. Therefore, in order to get more accurate evaluation results, it is often necessary to transform the different evaluation indexes in the same order. The conversion process is as follows:

The change interval of the *k* index is $[j_{k1}, j_{k2}]$, $j_{k1}$ as the minimum value of the *k* index in all the evaluated objects. $j_{k2}$ is the maximum value of the K index in all the evaluated

objects and the original value in the upper form can be transformed into the dimensionless value $C_k^i \in (0,1)$ with the next formula, as shown in Figure 2.

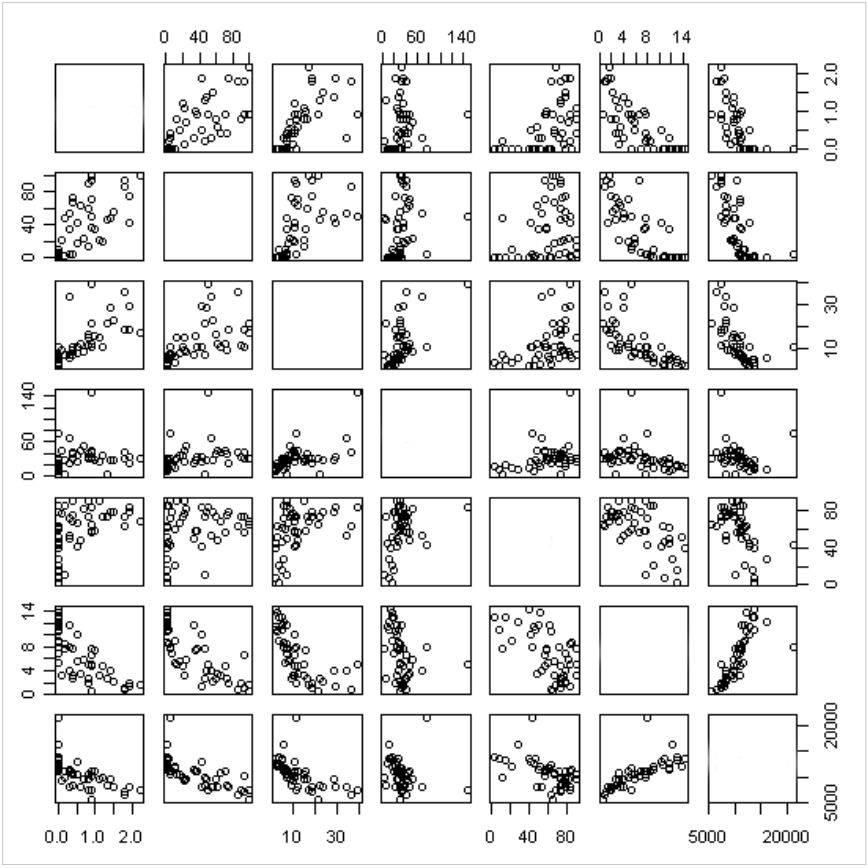



Figure 1 – Correlation analysis model

$$C_k^i = \frac{j_k^i - j_{k1}}{j_{k2} - j_k^i}, i = 1,2,\cdots m, k = 1,2,\cdots,n \tag{2}$$

From the grey prediction model mentioned above, it is not difficult to know that $\{C^*\} = [C_1^*, C_2^*, \cdots, C_n^*]$ is used as a reference sequence and $\{C\} = [C_1^i, C_2^i, \cdots, C_n^i]$ as a comparison sequence. Through the association analysis algorithm, the correlation coefficient of the *k* index of *i* and the optimal index of the *k* index can be obtained directly. The solution formula is shown as follows:

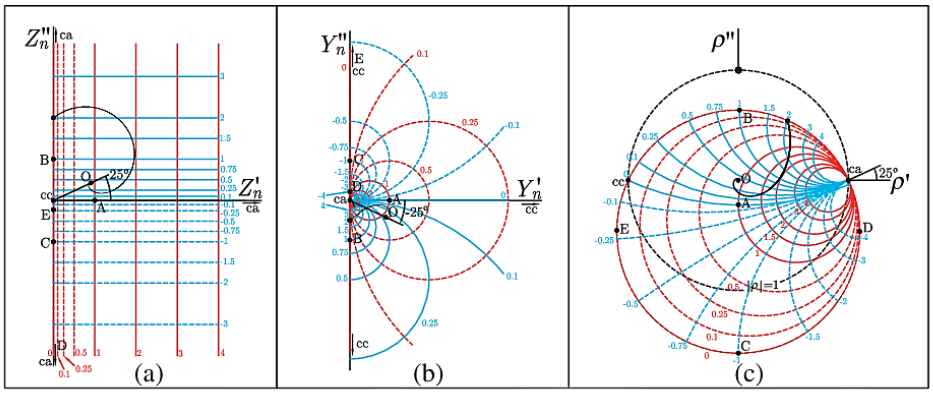



Figure 2 – Dimensionless transformation function

$$_{i}(k)=\frac{\min\limits_{i}\min\limits_{k}\left|C_k^*-C_k^i\right|+\rho\max\limits_{i}\max\limits_{k}\left|C_k^*-C_k^i\right|}{\left|C_k^*-C_k^i\right|+\rho\max\limits_{i}\max\limits_{k}\left|C_k^*-C_k^i\right|} \tag{3}$$

In the formula $\rho\in(0,1)$, it is generally taken $\rho=0.5$.

The association model can be effectively resolved by the upper form:

$$R=ExW \tag{4}$$

If the correlation degree $r_i$ is the largest, it shows that $\{C\}$ is the closest to the best index $\{C^*\}$. It is also possible to infer a conclusion from the conclusion that the $i$ evaluated object is in an advantageous state compared with other objects. From this, the merits and faults of different evaluation objects can also be made. According to different requirements, the association rules can be divided into the following categories: First, association rules can be classified into Boolean and numeric types based on the categories of variables processed in rules. An important feature of Boolean association rules is that the values which are analyzed are mostly discrete and categorized. It represents the relationship between variables and variables; however, numerical association rules can combine multidimensional or multi-layer relationships, so they are usually handled dynamically by fields and can be performed directly on the original data. Among them, numerical association rules can have classes and variables. Second, based on the abstract level of data in rules, it can be divided into single level association rules and multi-layer association rules. Generally speaking, if it is determined that the association rules are single layer, all of the variables will no longer be assumed to have other levels. However, if the association rules are determined, there is a need for a more comprehensive conception of the multilevel data. Third, based on the dimension of data involved in

rules, association rules can be divided into single dimension and multi dimension. Usually, we only analyze the single dimension of data in single dimensional association rules. For example, consumers are specifically consuming what kind of goods. For multidimensional association rules, a more comprehensive dimensional analysis of data is needed.

### 3.2. Halcon Algorithm

Halcon algorithm is one of the most commonly used image processing algorithms. Although different image processing algorithms adopt different image processing algorithms, their processes are exactly the same. It is necessary to collect images first, then analyze the images, and finally draw a conclusion. Image enhancement is a very important step in the process of image processing, and it is also one of the most widely used methods in improving image quality. There are two directions in it: one is to optimize the visual effect of the image, the other is to enhance the characteristics of the image. According to the different fields used, there are two different types, one is spatial processing and frequency domain processing, the former is directly processed on the image itself, the latter is the special processing of the image, and then calculate the image. The formula for the processing of the airspace is as follows:

$$g(x,y) = EH[f(x,y)] \tag{5}$$

Among them, $f(\bullet)$ is the image before enhancement, $g(\bullet)$ is the enhanced image, and $EH$ is the enhancement operation.

Image edge information can directly reflect the shape of objects, so it is very important. Moreover, the edge information of the image can display most of the information of the object only through the local image information. But it has a lot of difficulties in obtaining it. The data obtained by the edge in the system is represented by discontinuous gray values, which requires special algorithm to calculate the edges. Usually, the first and two derivatives are used to calculate them. The gradient corresponds to the first derivative, and the gradient operator is the first derivative operator. For a continuous function $f(x,y)$, its gradient in position $(x,y)$ can be expressed as:

$$\nabla f(x,y) = G(x,y) = \left[G_x \; G_y\right] \; = \left[\frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial f}{\partial y}\right] \tag{6}$$

The gradient is a vector whose magnitude and direction angle are:

$$\left|\nabla f\right| = \left| G(x,y) \right| = [G_x^2 + G_y^2]^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$\phi(x,y) = \arctan(\frac{G_y}{G_x}) \tag{8}$$

The approximate expression of the gradient is

$$G_x = f[i, j+1] - f[i, j] \tag{9}$$

$$G_y = f[i+1, j] - f[i, j] \tag{10}$$

Usually, in order to reduce computation, the absolute value is approximated by the gradient magnitude.

$$|G(x, y)| = |G_x| + |G_y| \tag{11}$$

When analyzing the image, the system usually calculates the approximate value by using the small area template tape measure. 1 template is used for each $G_x$ , $G_y$ which requires two templates. According to the size of different templates, the computing properties are different. So there are Robert operators, Prewitt operators and Sobel operators.

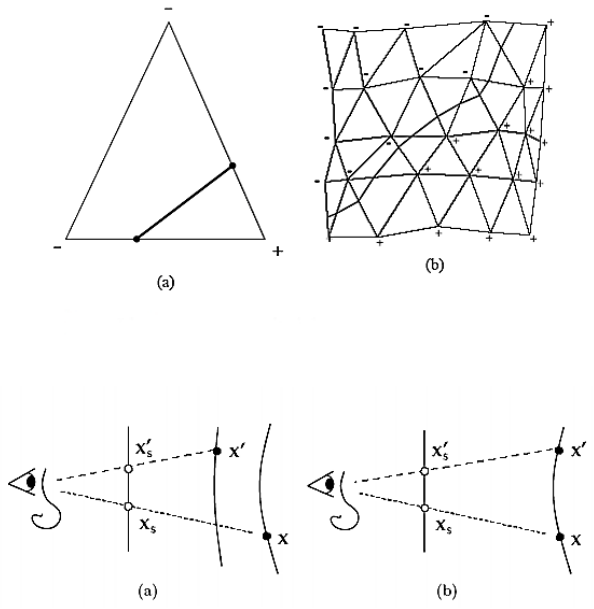



Figure 3 – Halcon algorithm implementation principle

Here is the Roberts operator. The Robe operator approximated the amplitude of the continuous gradient of the edge point. Its convolution template is:

$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (8) \quad G_y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \tag{12}$$

The gradient templates of Sobel operators in horizontal and vertical directions are:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{13}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \tag{14}$$

The gradient template in the two directions of the Prewitt operator is:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{15}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \tag{16}$$

When people analyze and study images only usually they are interested in a small part of it. And this part is the prospect that people usually say. The foreground is very special in the original image. When the image processing system calculates and analyzes the image, it needs to separate the part from the original image, so that the image can be further calculated and analyzed. Thus, the image segmentation technology was born. This technology can effectively help the software to extract the foreground of the image.

At the stage of image segmentation, image processing has reached a very important node. Whether the segmentation is good or not will directly determine the analysis of the image is in place. In image processing technology, many technologies are directly related to image segmentation technology, such as target separation and tracking, image measurement and so on. Therefore, image segmentation technology has always been the focus of relevant researchers. Now, the industry has a lot of segmentation algorithms, and there are still a lot of related research results published every year.

If the detected image is consistent with the established image parameters in the database, we determine this result is match. Two different expressions are describing the same item. These two expressions can be either of the same type or different forms. So the following functions can be used to measure the similarity between $T$ and $f$:

$$SE(x,y) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}[f(x-i,y-j) - T(i,j)]^2 \tag{17}$$

The template size is $N \times N$, and the upper form provides a measure of the matching degree between the template $T$ and the subgraph $f$ at the $(x, y)$ coordinates. The upper expansion can be obtained:

$$SE(x,y) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} f^2(x-i, y-j) - 2\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} f(x-i, y-j)T(i,j) + \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} T^2(i,j) \quad (18)$$

## 4. Result Analysis and Discussion

After in-depth study and analysis of landscape art in landscape design, we design and implements a 3D texturing algorithm of landscape painting by using association rules algorithm and Halcon algorithm. The algorithm is mainly composed of the following two parts: (1) the construction of 3D model of landscape painting; (2) the rendering of 3D in the landscape painting. The mathematical principles of the algorithm are as follows in figure 4.

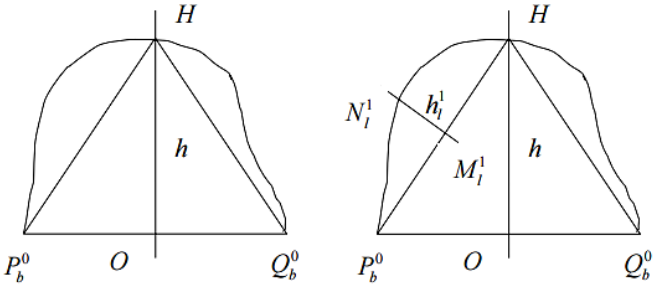



Figure 4 – Water painting the mountain stone model

Assuming that the landscape model is shown in Figure 4, the relationship between the parameters in the model can be expressed by the differential approximation of the derivative.

$$p_2(x) = a_0 + a_1 x^1 + a_2 x^2 \quad (19)$$

The difference value $f$ in point $x_0$, $x_1$ Band $x_2$, using local coordinate system, let $x_i = 0$, $x_{i+1} = h$ and $x_{i+2} = 2h$, and then

$$f(x_i) = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 = a_0 \quad (20)$$

$$f(x_{i+1}) = a_0 + a_1 x_{i+1} + a_2 x_{i+1}^2 = a_0 + a_1 h + a_2 h^2 \quad (21)$$

$$f\left(x_{i+2}\right)=a_0+a_1x_{i+2}+a_2x_{i+2}^2=a_0+a_1\left(2h\right)+a_2\left(2h\right)^2 \tag{22}$$

The three equations with three unknowns can be transformed into:

$$a_0=f\left(x_i\right)=f\left(0\right) \tag{22-1}$$

$$a_1=\frac{-f\left(x_{i+2}\right)+4f\left(x_{i+1}\right)-3f\left(x_i\right)}{2h}=\frac{-f\left(2h\right)+4f\left(h\right)-3f\left(0\right)}{2h} \tag{23}$$

$$a_2=\frac{f\left(x_{i+2}\right)-2f\left(x_{i+1}\right)+f\left(x_i\right)}{2h^2}=\frac{f\left(2h\right)-2f\left(h\right)+f\left(0\right)}{2h^2} \tag{24}$$

The result is $a_i, i=1,2,3$ and the formula (1) is derived.

$$f'\left(x\right)=a_1+2a_2x, \tag{25}$$

When $=0$ calculated the expression, the result is

$$f'\left(x\right)=\frac{-f\left(x_{i+2}\right)+4f\left(x_{i+1}\right)-3f\left(x_i\right)}{2h} \tag{26}$$

As for point $x$, $f$ is smooth enough, then the Taylor series expansion of $f$ can be expressed as

$$f\left(x+h\right)=f\left(x\right)+h\frac{d}{dx}f\left(x\right)+\frac{h^2}{2!}\frac{d^2}{dx^2}f\left(x\right)+\frac{h^3}{3!}\frac{d^3}{dx^3}+... \tag{27}$$

Move the function $f\left(x\right)$ on the right (10) to the left side of (10) and divide it by $h$ to get the standard difference.

$$\frac{f\left(x+h\right)-f\left(x\right)}{h}=\frac{df\left(x\right)}{dx}+\left\{\frac{h}{2!}\frac{d^2f\left(x\right)}{dx^2}+\frac{h^2}{3!}\frac{d^3f\left(x\right)}{dx^3}+...\right\} \tag{28}$$

Make $h\rightarrow 0$, the items in braces disappear and are defined by derivatives.

$$f'\left(x\right)\approx\frac{f\left(x+h\right)-f\left(x\right)}{h} \tag{29}$$

At this time, the error of the difference quotient $\left(f\left(x+h\right)-f\left(x\right)\right)/h$ is used instead of the $f'\left(x\right)$.

The error generated by the difference quotient $(f(x+h)-f(x))/h$ instead of $f'(x)$ at this time:

$$\left|f'(x)-\frac{f(x+h)-f(x)}{h}\right|=\left|\frac{h}{2!}\frac{d^2f(x)}{dx^2}+\frac{h^2}{3!}\frac{d^3f(x)}{dx^3}+\ldots\right| \tag{30}$$

A linear operator is extracted from the formula (13).

$$T(f)=\left(\frac{h}{2!}\frac{d^2}{dx^2}+\frac{h^2}{3!}\frac{d^3}{dx^3}+\ldots\right)f(x) \tag{31}$$

The error between the differential operator $\mathrm{D}f=df/dx$ and the approximate linear operator $D_h f=(f(x+h)-f(x))/h$ is constructed according to different representatives. According to the formula (14), the truncation error can be obtained, and the truncation error obtained here represents the error in the mountain stone model of the landscape painting. The smaller the error is, the more realistic the result will be. After repeated calculations, the expected results can be achieved.

In order to verify the actual effect of the 3D texturing algorithm of landscape painting, this paper will take the true outline of mountain and stone in landscape painting as the main research object in Figure 5, and construct the 3D model of the mountain and landscape painting.

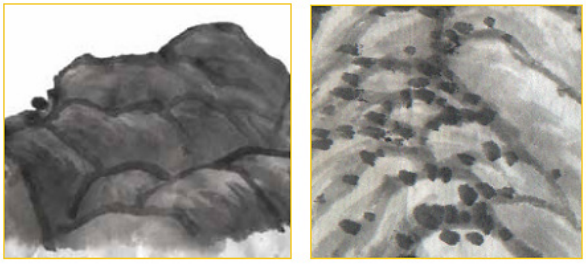
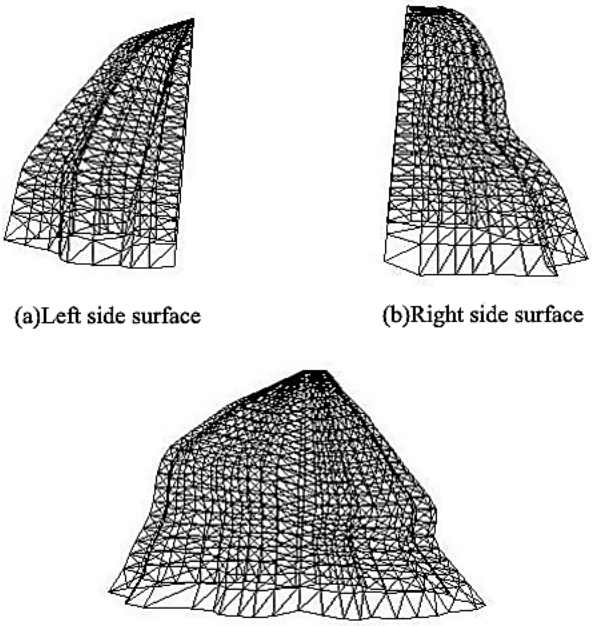


Figure 5 – Landscape painting real mountain outline

The computer can get the 3D rock model, as shown in Figure 6, after the iterative calculation of the true outline of mountain and stone in landscape painting by using the 3D texturing algorithm of the landscape painting.

After completing the construction of the 3D mountain model, we can use the Halcon algorithm to render the model. The rendering process is actually using the principle of human visual imaging to map the different parts of the model, to achieve the effect of 3D imaging. In order to facilitate the processing of images by Halcon algorithm, color space conversion is needed for these image data. After the color conversion is completed, the image data are segmented and converted by two value maps. In general, in order

to strengthen the ability to separate objects from the image, it is often necessary to strengthen the two value extraction function by strengthening the threshold processing method. The concrete formula is as follows:



(a)Left side surface

(b)Right side surface

(c)The landscape is made of the left and right hemispheres

Figure 6 – 3D mountain stone model

$$F_{(D_k)} = \frac{\left| kurt(y_k) * I(y_k, v_k) \right|}{\bar{S}_k} \tag{32}$$

The $kurt(y_k)$ in this formula represents the kurtosis of image information and $I(y_k, v_k)$ represents the product of image information. The gray level image of the chromaticity component can be obtained through the calculation of formula (16). It should be pay attention that in the two value segmentation of images, it is necessary to set the specific segmentation threshold of segmentation targets. Generally there are two different settings: fixed threshold segmentation and dynamic threshold segmentation, which are set according to the specific conditions of the system. The chromaticity components of the system are regarded as a set. Then the chromaticity value is divided by idle value. If the image belongs to 1 in the collection, the background is 0 outside the set. After the two values processing of the image, the program will directly use the smallest circle function of the library function with the Halcon algorithm to render the 3D model of the mountain and mountain stone, and the final effect is shown in Figure 7.



Figure 7 – The 3D model rendering effect of landscape painting

The final effect of the 3D model of mountain stone from the above picture is not difficult to see. The use of the 3D texturing algorithm of landscape painting to carry out the 3D model of mountain stone can get good artistic effect.

## 5. Conclusions

Because of the progress of the algorithm and the more and more powerful computing ability of the computer, the computer algorithm is becoming increasingly mature and more practical. It can reduce the workload of people in many aspects, which makes computer algorithms get a lot of applications in real life. The domestic landscape design industry also has a good development situation. However, behind this thriving, there are some hidden problems. The most typical problem is to imitate the design of foreign countries, and abandon our own excellent traditional culture, which leads to the complete disengagement of the local culture, which leads to the unacceptable and even disgust of the public. It can be seen that it is imminent to apply traditional Chinese landscape art and culture to landscape design in order to solve the problems existing in the landscape design industry. Based on the above reasons, this paper uses association rules algorithm and Halcon algorithm to design and implement the 3D texturing algorithm for landscape painting, hoping to provide a theoretical basis for the application of landscape art in the future landscape design.

## References

Hongxia L, Qi F. (2016) Application of UAV in the field management of construction project. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (18A): 235.

Jia-Tao Y U. (2017) Analysis of the Application of Freehand Design Based on Harmonious Thought in Modern Landscape Design——A Case Study of the Venue Landscape Design of 2014 Beijing APEC Summit. Construction & Design for Engineering, 26(6):504-512.

Liu C, Yang X S. (2017) Application Study of Landscape Design Based on Visual Authenticity and Intellectual Authenticity. Advanced Materials Research, 59(3): 2936-2938.

Pozo D, Jaramillo K, Ponce D, et al. (2019) 3D reconstruction technologies for using in dangerous environments with lack of light: a comparative analysis. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E19): 507-518.

Shi-Peng X U, University N. (2017) The Application of Minimalist Art in Landscape Design-Based on the examples of Peter Walk and Martha Schwartz's Landscape Design Works. Art & Design, 55(4): 795-816.

Soydan O. (2020) Examination of Urban Values of Kaleiçi Old Town In Terms of Landscape Architecture and Suggestions for Effective Use of Historical Sites. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57(3): 401-411.

Sun Q. (2016) Research on computer-aided NURBS application of constructing female models based on Maya. RISTI (Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao), (E6): 51-61.

Yang Y K, Deng W. (2019) Research on Urban Residential Area Landscape Design Based on the Application of Health Preservation Value: Case Study of Kunming Huarun Central Garden. Value Engineering, 72(3): 961-980.

Zhang C, Zhu X J. (2019) Application of Decorative Materials in Indoor and Outdoor Landscape Design Based on Straps Art of Shui National. Advanced Materials Research, 9(5): 149-152.

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

Recebido/Submission: 10/06/2023
Aceitação/Acceptance: 27/08/2023

# Design of Digital Library Human-Computer Interaction System Based on Neural Network

Chaoyang Zhu

**zcy0919psy@outlook.com**

Institute of Social Innovation and Public Culture, Communication University of China, Beijing, 100024, China

**Pages: 523-531**

***Abstract:*** With the development of digital library technology, parallel database system has become the main tool for efficient information processing in the digital library system. Based on this, the computer cluster parallel environment is taken as the basis to make coordination machine, collecting machine and query processing machine enable to complete the operation of distribution, load and maintenance through a coordination machine controlling communication in parallel environment, which has high efficiency and save much precious time, supports the digital library to meet user requirements effectively, meets the digital library's performance requirements for data and also key problem in parallel algorithm has solved. The experimental results show that this parallel technique has very good performance.

***Keywords:*** Neural Network; Digital Library System; Human-Computer Interaction

## 1. Introduction

With the development of information technology, more and more information needs to be stored and disseminate, and the types and forms of information are more and more multiple. The mechanism of traditional library is obviously unable to meet these needs. Therefore, people put forward the idea of the digital library. The digital library is an electronic information storage, which can store a large number of various forms of information. Users can easily access it through the network to get these information, and its information storage and user access is not limited by geographical restrictions (Zou R, et al., 2020). Digital library integrates all kinds of information, such as the data of information, storage management, query and message posting, in which multimedia is involved, so that information can be spread on the Internet to make information be used maximum. Through multimedia database technology and hypermedia technology and aiming at the characteristics of various media in digital library, an effective and feasible management retrieval scheme in image retrieval, video-on-demand and literature has been proposed. The digital library is an innovation based on traditional library in the information era. It contains not only the traditional library functions, providing the corresponding service to the public, but also integrates some functions

of other information resources (such as museums, archives etc.) some of the features, provides comprehensive public information service. In other words, the digital library will become the public information center and hub of the future society.

## 2. Related Work

Our digital library workers have also done some work in the digital library, such as the research of personalized active service system in the digital library system, query optimization algorithm and so on. Although there are some works having been done in the field of digital library at home and abroad, the work is relatively scattered and preliminary. The research that seemed digital library as an independent and universal system tool has not been done and lacks of a comprehensive understanding of the digital library (Saharia C., et al., 2022). A lot of research is based on the use of the traditional database management system to implement the digital library system. It is noteworthy that there is no such a report about the research of the parallel digital library. Now, loading is a new research topic in the world. The research on parallel text loading is still at the initial stage both at home and abroad. Although there are already some data loading system prototypes at home and abroad, the research is mainly focused on the realization of two-dimensional relational data loading technology of single machine, and there is no parallel text loading system. Moreover, the data loaded by these existing systems are mainly relational tables whose structure has been determined. No system can load fixed structure data according to the tables of changing structure (Zhang Y J., et al., 2016).

## 3. Methodology

### 3.1. Algorithm of Collection Machine When Digital Library System Adds Class

As the amount of data increases in the system, a new category needs to be added to the system at a certain stage. At this time, the classification system is dynamic. Which processor that the new class should belong to is not determined in advance, so the processor that the new class should belong to is first judged. When the processor that a new class belonging to is determined, data related to new class is send to the corresponding processor instead of sending any message to other processors. When adding class, a special case is needed to solve: the case of a minimum class on many data acquisition machines. In this way, each query processor should derive the thread according to the data acquisition machine and these threads need to simultaneously receive data collected from different machines, more importantly, when the data is inserted into the same oracle table, because multiple threads cannot simultaneously insert data to the same table, so it is necessary to with the help of intermediate files. These intermediate files are not merged into one big file until all threads input the data to the intermediate file respectively, then data merged is inserted into oacrle table (Xu R., et al., 2016). If the file on query processor is a sharing file, such as many data acquisition machine input data into a certain file on the query processor at the same time, it also needs to input data to temporary files separately, finally these temporary files are merged to form the final file (Wu S., et al., 2023).

The idea of the algorithm is: the data acquisition machine does not do any operation, if the addition is not the smallest class, that is, it is not the leaf node in the classification pattern table. If the class is a leaf node, when acquisition machine is receiving command of adding class, it can also receive which query processor the new class should belong to that is judged by the front-end machine. So after the data is extracted, the extracted data is sent to the related query processor (He S., et al., 2018).

The function of the algorithm is to add new classes from the acquisition machine to the query processor. Input is a class of coding, processor number belonging to, and a string of number in the class composed of the number of text. The output returns 0 when succeeds. The process is to separate the parameters into class code, the processor number that the class should belong to, the number of text in the class, and store it in the array list of the structure.

$$P(X_i, Y_i) P(Y_{i+1} | X_{i+1}) = P(X_i, Y_{i+1}) P(Y_I | X_I) \tag{1}$$

Then read the network configuration file, the processor that the new add class should belong to is read, connecting to the IP address of the processor. If a new type of class needing to add files is only one, send the file name and the contents of the file in order; if a new type of class to add the files is multiple, first find the first file, then in order to send the file name, the contents of the file. Detailed steps can be seen from the query processor operation when the text loading.

$$sim(u_i, u_j) = \frac{\sum_{c \in I_{ij}} (R_{ic} - \overline{R})}{\sqrt{\sum_{c \in I_{ij}} (R_{ic} - \overline{R})^2}} \tag{2}$$

For the analysis of algorithmic complexity, the number of minimum classes in the system is set as n, and the average amount of data under each minimum class is x, and the number of data acquisition machines is c. The number of the query processors is p. The time complexity of the worst case of the algorithm is o(x), and the time complexity in the best case is O(x/cP).

$$P(S) = \frac{Sim(T_{rw}, S_{rw})}{Sim(T_{uw}, S_{uw})} \tag{3}$$

### 3.2. The Maintenance of Data in Parallel Digital Library System

The parallel data manipulation subsystem(PDOP)S provides basic query operations based on multiple data distribution strategies and parallel storage structures, such as one-dimensional data partition, multidimensional data partition, compressed multidimensional array storage structure and attribute partitioning storage structure (Hermanns M., et al., 2016). The parallelism of all algorithms is based on parallel data and it is easy to be implemented in the computer parallel cluster environment. All the implementation environment of parallel algorithm is computer cluster parallel environment that is composed of several ordinary PC computers, through the parallel high-speed, network processors are connected together, one of them as the front-

end processor and coordination machine, random processors as the back-end data acquisition machine respectively, the random processor as a client, any processor as a system administrator end processor (Marchet C., et al., 2020). The front-end machine does not store any data, only to receive a plurality of users' operation request, coordinate execution and communication of thread on each back-end machine; the data is transferred from acquisition machine to store in query processor on back-end machine according to a certain data distribution method. Back-end machine is responsible for the specific execution. When the parallel algorithm is executed, the scheduling module on the front-end machine will coordinate all the back-end query processors and the operation execution modules on the data acquisition machine to work in parallel. This parallelism is achieved by performing the same operation on different data items, so it is a data parallel.

The implementation of the parallel data loading algorithm is divided into two phases. The first phase is the data division phase. The second phase is the operation execution phase. In the first phase, the scheduling module first receives the execution information from the system administrator and calculates the data distribution strategy locally. The purpose of data distribution is to uniformly distribute data objects on a certain data acquisition machine to multiple query processors, so that parallelization of system can be fully realized during query processing. Data distribution is an important and active field in the research of parallel database system at present. There are several methods of data distribution in a parallel database system. One dimensional data distribution method is the simplest way of data distribution. By partitioning the domain values of one attribute, the whole relationship is partitioned and a set of sub relationships is obtained, and then these sub relationships are distributed among multiprocessors. At present the one-dimensional data distribution method mainly includes Round-Robin; Hash; Range-partition; Hybrid-Range-Partiiton, etc. One dimensional data distribution method has a common problem: it is not able to effectively support queries with choice predicates on non-partition attributes. In order to solve this problem, some multidimensional distribution methods have been put forward, including: CMD method, ECC data distribution method, BM data distribution method, FX data distribution method, data distribution method based on iHlbert curve, BERD multidimensional data distribution method, etc. Under the control of data distribution strategy, the threads of operation execution modules are derived from all the back-end query processors and data acquisition machines, and the operation execution information is broadcast to the threads of each back-end machine. After the operation information is received by the thread of the operation execution module on the data acquisition machine, the local data is transferred to the query processor.

Metadata is an important part of the digital library. The quality of metadata determines the quality management of the whole digital library. Metadata is stored in metadata table. It is not only an important data material of digital library to be used by workers, but also can be used for querying of users, so that the structure of digital library can be better understood and its use level can be improved. The idea of algorithm is that when modifying metadata, new metadata of modified metadata is stored in the Oracle tables of each back-end machine query processor, new values in the table replace the old values of metadata tables. Because the new value table and metadata table both exist

on all query processors, so the algorithm only involves every query processor and the algorithm on each query processor is exactly the same.

The algorithm modifies the back-end machine metadata information and input is empty. The output returns 0 when succeeds. And then name of machine is obtained. Open the network configuration file and read it from the second records. If the machine name of the machine is the same as the name of a certain machine recorded of the network configuration file, the logical name of the machine is obtained. Using a cursor from the machine to select data for the table prepared for the update metadata, the condition is that the logical name of the machine is the same as the logical name of the machine. When data can be extracted from the cursor, cycle: update the title of the machine through document identification symbol, abstract, author, department, author's other information, publishing house, publishing time, entering time, page number, ISBN and class code by using the records obtained from the document identifier. Finally, return successfully.

## 4. Result Analysis and Discussion

### 4.1. Test One

The first experiment of multithread parallel text loading algorithm and serial algorithm in query processor number is fixed, the experimental results when the amount of data changing is in the first experiment, the back-end machine we use includes two sets of data acquisition machine, four sets of query processors, each back-end machine configuration is IG memory, 70G hard disk. The amount of data in this group of experiments is constantly changing, and the number of the back-end machines is fixed. The purpose of the experiment is to compare the efficiency of serial and parallel algorithms when the amount of data is increased. The following are the data of the test and the performance analysis table according to the test data.

| | **624 mega bytes** | **1380 mega bytes** | **1710 mega bytes** | **1970 mega bytes** |
|---|---|---|---|---|
| Parallelism<br>Serialization | 5.65 minutes<br>12.55 minutes | 21.5167 minutes<br>38.05 minutes | 23.2833 minutes<br>50.433 minutes | 31.9833 minutes<br>117.45 minutes |
| | 3886 mega bytes | 5668 mega bytes | 13877 mega bytes | 19564 mega bytes |
| Parallelism<br>Serialization | 49.67 minutes<br>142.8 minutes | 73.54 minutes<br>216.433 minutes | 135.85 minutes<br>396.7 minutes | 233.76 minutes<br>723.4 minutes |

Table 1 – Performance analysis table

Table 1 is the experimental data of the multithread parallel text loading algorithm described in this article on 4 node machines. Row is the data volume, line is the parallel, serial different loading algorithms, and table content describes the running time of the algorithm.

We can see from the chart that when using the serial algorithm, although we use four queries for data processor loading at the same time, but the query processor is working in serial mode, that is to say, when the work of a query processor is over, the other

one can work. In this way, the total load time will be the sum of the loading time of all processors, not only does the speed do not improve, but also the communication between the processors should also be considered. When using parallel algorithms, four query processors will work at the same time, so the total time of loading will be the slowest processor loading time. As we can see in the graph, when the number of processors is constant, the parallel algorithm is much faster than the serial algorithm with the increase of data volume, and the total cost is about 1/3 of the serial algorithm.

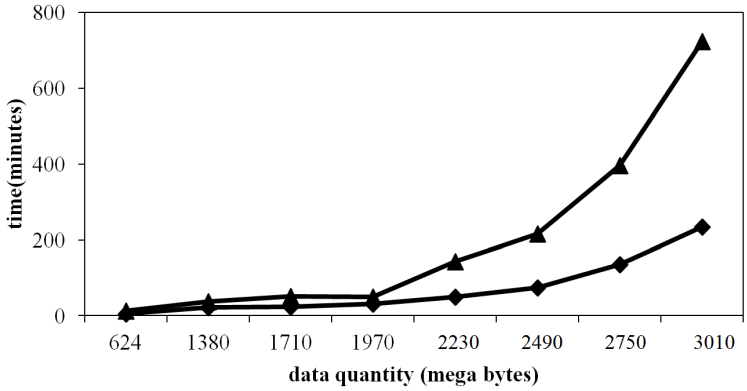



Figure 1 – Comparison of parallelism and serialization when data quantity changes

### 4.2. Test Two

Experiment two is the experimental results of a multithread parallel text loading algorithm and a serial algorithm when the data is fixed and the number of the query processor changes. When the amount of data to be loaded and the number of the query processors changes, we use the 19.7GB data, and the results are shown in the chart below. Line is the number of processors, row is parallel, serial different loading algorithms, the table content describes the running time of the algorithm.

| | Multi-threads | Single-thread |
|---|---|---|
| 2 | 50.1 | 59.733 |
| 4 | 31.983 | 64.1 |
| 6 | 26.088 | 73.45 |
| 8 | 22.57 | 83.77 |
| 10 | 19.66 | 95.89 |

Table 2 – Algorithm running time

The experimental results show that when using the serial text loading algorithm, the more the number of the query processor is used, the lower the efficiency of the algorithm is. Since using serial algorithm, the query processor still needs to load data one by one, and the latter query processor must wait until the last query processor is finished.

And the overhead of the algorithm also includes the communication time between the processors. But when using the parallel algorithm, the more query processor is used, the higher the efficiency of the algorithm is, because all the data query processor will be loaded at the same time, and the loading time is less than the communication time between processor, so increasing the communication overhead between processors is worth it. As we can see from the results, the efficiency of the parallel algorithm will be significantly improved when the number of processors increases

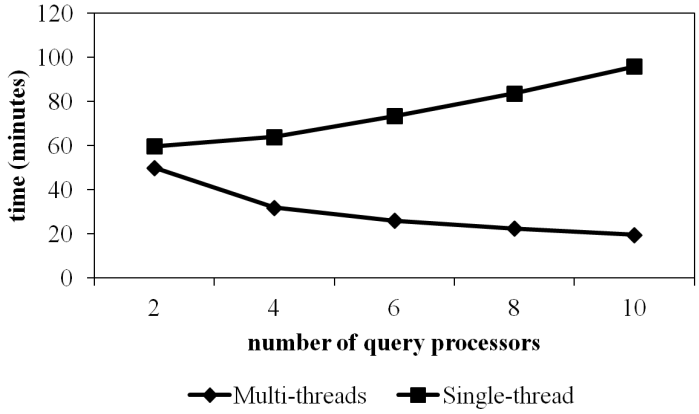



Figure 2 – Comparison of multiple threads and single thread when number of processors changes

## 4.3. Test Three

Experiment three: the experimental results of multithreaded text parallel loading algorithm and single thread loading algorithm are fixed in the number of query processors and data volume, and the number of data acquisition machine changes. When the amount of data to be loaded and the number of query processors are fixed, and when the number of data acquisition machines changes, we use 19.7GB data and 4 query processors. The experimental results are shown below. Among them, line is the number of data acquisition machines, the row is whether each data acquisition machine and query processor can derive multiple threads and single threaded loading algorithms, and tabular content describes the running time of algorithm

| | Multi-threads | Single-thread |
|---|---|---|
| 1 | 31.983 | 64.1 |
| 2 | 26.76 | 57.8 |
| 4 | 19.85 | 50.77 |
| 6 | 15.7 | 41.99 |
| 8 | 14.39 | 34.34 |
| 10 | 9.6 | 29.37 |

Table 3 – The running time of the algorithm

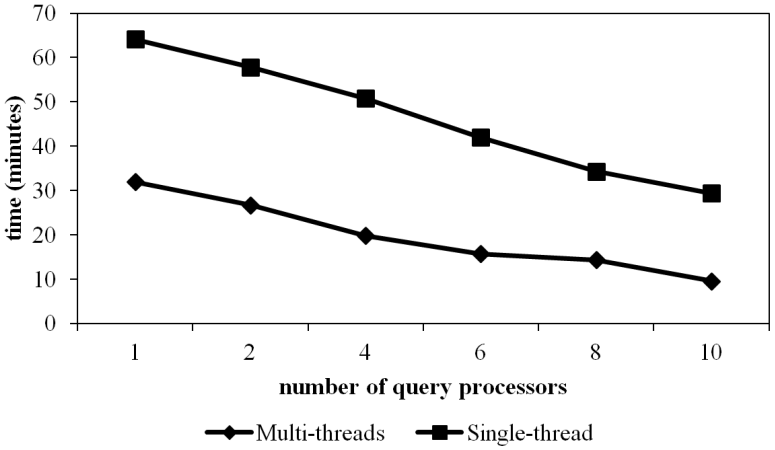



Figure 3 – Comparison of multiple threads and single thread when number of processors changes

The experimental results show that when the single threaded and multithreaded text parallel loading algorithms are used, the total execution time decreases with the increase of the number of data acquisition machines. When using a single thread loading algorithm, four sets of query processors are used, each query processor only derived a thread to receive the data of a data acquisition. Each data acquisition machine is derived from a thread to a query processor data, after a data acquisition machine finish sending, query processor receive the data from second sets; when using multi thread loading algorithm, each query processor derived M threads according to the data acquisition machine number, each data acquisition machine derived N threads according to the number of query processor, so that each data acquisition machine with N threads simultaneously sends data to N query processor. And each query processor with M threads simultaneously receives M data acquisition data, so the multithread loading algorithm will be much faster than the single thread algorithm.

## 5. Conclusions

With the development of digital library technology, parallel database system has become the main tool for efficient information processing in the digital library system. Data loading operation is a very important part of the digital library, which is well known that data loading operations are time-consuming. Data loading, especially the loading of parallel text data, is a new field of research. In this paper, a new data operation algorithm based on a new parallel digital library is proposed, and all the data operation algorithms are implemented in the prototype system. A multithread parallel text data loading operation and maintenance algorithm has been proposed in this paper, which has no research about it up to now. A large number of experiments show that the algorithm proposed in this paper is more efficient than the existing algorithms and has high practical value. Considering the performance and price ratio, the parallel algorithm has high practical value and benefit. To sum up, the author thinks it is still a large area

remaining many problems to be solved. There are many works to do, hoping that experts and scholars will pay enough attention to it.

## References

He S, Sun X H. (2018) A cost-effective distribution-aware data replication scheme for parallel I/O systems. IEEE Transactions on Computers, 67(10): 1374-1387.

Hermanns M, Cramer E. (2016) Likelihood inference for the component lifetime distribution based on progressively censored parallel systems data. Journal of Statistical Computation & Simulation, 87(3): 607-630.

Marchet C, Iqbal Z, Gautheret D, et al. (2020) REINDEER: efficient indexing of k-mer presence and abundance in sequencing datasets. Bioinformatics, 36(Supplement_1): i177-i185.

Saharia C, Chan W, Saxena S, et al. (2022) Photorealistic text-to-image diffusion models with deep language understanding. Advances in Neural Information Processing Systems, 35: 36479-36494.

Wu S, Dong X, Chen H, et al. (2023) Simplified High Level Parallelism Expression on Heterogeneous Systems through Data Partition Pattern Description. The Computer Journal, 66(6): 1400-1418.

Xu R, Xue H. (2016) Research on Banking Customer Management System of Commercial Banks Based on Data Mining Technology. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (18A): 36.

Zhang Y J, Meng X J, Wang G. (2016) Design and Implementation of 3D Electronic Sand Table System Based on Gesture Interaction. Command Control & Simulation, 49(21): 706-712.

Zou R, Liu Y, Zhao J, et al. (2020) A framework for human-robot-human physical interaction based on n-player game theory. Sensors, 20(17): 5005.

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

Recebido/Submission: 14/05/2023
Aceitação/Acceptance: 04/07/2023

# Self Control Analysis of Adolescent Prosocial Behavior Based on Optimized Random Forest Algorithm

Chaoyang Zhu

**zcy0919psy@outlook.com**

Institute of Social Innovation and Public Culture, Communication University of China, BeiJing 100024, China

**Pages: 532-540**

***Abstract:*** Prosocial behavior is a positive behavior that benefits others and society. The characteristic of pro social behavior formed by adolescents in the process of individual socialization is not only a sign of their healthy growth, but also a value expectation of mainstream society. Currently, due to the negative impact of some negative factors in the macro social environment on the socialization of adolescents, as well as the unhealthy psychological factors in their own growth, some adolescents are experiencing a lack of prosocial behavior. Society can adopt appropriate intervention methods for young individuals to train and cultivate their prosocial behavior. Self control analysis of adolescent prosocial behavior based on optimized Random forest algorithm. This paper uses the optimized Random forest algorithm to conduct model training and testing by collecting adolescent behavior data, data preprocessing, Feature selection and other steps, so as to obtain accurate self-control analysis results of adolescent prosocial behavior, and provide support and help for education, counseling and intervention. The results showed that self-control played a significant mediating role between peer attachment and pro social behavior of self-evaluation, but did not play a mediating role between peer attachment and pro social behavior of father evaluation and mother evaluation.

***Keywords:*** Random forest algorithm; Self Control Analysis; Adolescent Prosocial Behavior

## 1. Introduction

Pro social behavior is an important research category in the field of Developmental psychology and Social psychology. People's help, cooperation, sharing, comfort, humility, donation and self sacrifice in their common social life are often studied as typical pro social behaviors. People's interest in studying prosocial behavior has been fostered by extensive research on its behavior, especially aggression. L.G. Wisp, an American scholar who first proposed the term "pro society", used this term to refer to those behaviors that are opposite to Anti-social behaviour such as destruction and attack (Donnelly, N., et al., 2023). Foreign scholars mainly define the connotation by emphasizing the benefits that prosocial behavior brings to others. For example, Rushton pointed out that if the motivation of the behavior initiator is not considered, prosocial behavior can

refer to all behaviors that are beneficial to others. The definition of prosocial behavior by domestic scholars basically follows the research ideas of foreign scholars (Donnelly, H. K.., et al., 2023). Some scholars point out that prosocial behavior refers to the behaviors that people exhibit in social interactions, such as humility, assistance, cooperation, and sharing, which are beneficial to others and society. It refers to all behaviors that have a positive impact on society, including altruistic behavior and helping others. Some scholars believe that from the essence of prosocial behavior, it refers to behaviors voluntarily provided by individuals that meet social expectations, benefit others and society, including all positive and socially responsible behaviors.

The connotation and characteristics of prosocial behavior indicate that it is consistent with the values and behavioral norms advocated by mainstream society (Martinsone, B., et al., 2022). The unhealthy psychology formed by teenagers during their own growth process can subjectively lead to a further lack of prosocial behavior. Currently, some teenagers have a certain degree of unhealthy psychology in their growth, manifested as high expectations, strong sense of inferiority, strong jealousy, weak tolerance, and excessive selfishness (Prati, G., et al., 2022). Teenagers with high expectations often have unrealistic ideas, resulting in a huge gap between their ideals and reality, leading to a strong sense of worldliness and venting resentment on others; Teenagers with a strong sense of inferiority are prone to retreat, be conservative, and go to the extreme of self isolation, or engage in aggressive behavior, using others' failures as a fulcrum to maintain their psychological balance; Teenagers with a strong sense of jealousy may become psychologically imbalanced due to excessive envy of others, and then resort to any means to pursue needs and satisfaction beyond their own abilities. Once they cannot achieve them, they will satisfy their jealousy by damaging the interests of others; Teenagers with weak resilience are unable to face the objective causes of setbacks when their behavior towards their goals is hindered, and instead attack people or things that they believe cause setbacks, resulting in "anti social behavior"; Teenagers who are too selfish will naturally prioritize their own interests over those of others, afraid that others will surpass them, and unwilling to help others. All of these unhealthy psychology can weaken teenagers' prosocial behavior motivation and exacerbate their lack of prosocial behavior.

## 2. Related Work

The attribution of behavioral reasons by teenagers directly affects their behavior. Attribution theory suggests that in order for a person to maintain their learned helpful behavior in a specific situation, they need to internalize the concept of helping others, which is a form of self-attribution. It is with self attribution that altruistic behavior has persistence (Taye, A. D., et al., 2023). Attribution training refers to using a certain training program to enable the trained object to master a certain attribution skill, change their original negative attribution style, and form the positive attribution style expected by the trainer. Attribution training has been a highly valued research topic in Western psychology in recent years, providing a new approach for controlling human behavior. We should encourage and help teenagers establish a correct attribution model, and through specialized attribution training, help teenagers eliminate negative attribution models and establish positive attribution models. Based on domestic and international

experience, the "group development method" is a method that has a relatively good effect on attribution training (Qasrawi, R., et al., 2020). The "Group Development Method" involves forming a group of 35 teenagers for collective discussion, analyzing and discussing the reasons for their behavior. A specially trained staff or manager conducts a comprehensive analysis of the situation of each individual and the entire group, guiding group members to make attribution, and then each person fills out an attribution scale, requiring them to select the most relevant factor to their behavior from some common alternative reasons, And evaluate the degree to which several main factors play a role. Staff or management personnel provide timely feedback on their attribution and evaluation, pointing out attribution errors, guiding the elimination of attribution that does not meet social expectations, and encouraging more realistic and positive attribution models. Since teenagers have personally experienced the commendability of positive behavioral motivation in training and strengthened it, they will use a positive attribution model to guide their behavioral activities in future life practice (Owens, M. M., et al., 2020).

The behavior motivation method is to stimulate teenagers' pro social tendencies by creating a context that praises pro social behavior. According to the exchange theory of human social behavior constructed by sociologist G.C. Holmes. For all behaviors of people, the more often a specific behavior is rewarded, the more likely that person is to adopt such behavior. If the appearance of a specific stimulus or group of specific stimuli in the past was always accompanied by a reward for someone's behavior, the more similar the current stimulus is to the past stimulus, the more likely the person is to adopt that behavior or similar behavior (Párraga-Álava J., et al., 2020). Therefore, it is possible to cultivate adolescent prosocial behavior by adopting positive motivational methods and creating a context that praises prosocial behavior (Barzilay, S., et al., 2023). On the one hand, in daily life situations, educators should actively promote the benefits of pro social behavior to teenagers, and provide flexible and diverse recognition and rewards for pro social behavior in adolescent behavior practice in a timely manner. On the other hand, it is also possible to artificially set up scenarios for adolescent interaction, in which actions with pro social behavior characteristics and interactions with others can be recognized and rewarded. For behavior that does not adopt pro social behavior characteristics, correction and criticism will be given. In this way, teenagers who receive rewards and incentives will have a more positive attitude towards prosocial behavior in future social life and whether to adopt prosocial behavior (Singh, R., et al., 2020).

## 3. Application of Random Forest Algorithm in Behavior Control

As a single classifier model, decision trees have been widely used due to their simple structure, easy theoretical understanding, and significant classification performance. However, with the increasing amount of data processed, the data type and classification problems become more and more complex, which has many limitations in improving performance and generalization ability, and will pay a higher price. The rise of Ensemble learning provides a new research idea for improving the performance of decision trees (Samigulina G A., et al., 2019). The idea of integration is to construct multiple differentiated single classifiers and combine their results as the final prediction result, which may be much cheaper than constructing a single classifier with high prediction

accuracy (Yu J., 2021). Many scholars have confirmed that the integration method can reduce the Generalization error of the algorithm and improve the performance of the algorithm, which makes the Ensemble learning method quickly become one of the research hotspots in the field of machine learning data mining. To solve the problem of poor performance of random forest algorithm, this paper proposes an optimized Random forest (ACORE) algorithm. This algorithm is based on the idea of improving the strength and diversity of decision trees in integrated forests, and applies optimization algorithms to individual selection of decision trees in integrated forests. The experimental results show that the new algorithm reduces the forest size and improves the prediction accuracy of the forest under the premise of ensuring the diversity of decision trees in the integrated forest, and achieves the optimization effect of the Random forest algorithm.

The collected results are trained iteratively, and the training data is used as the resource support of the Random forest detection model. Among them, the formula for the entropy value of sample information is:

$$H(O) = -\sum_{i=1}^{M} plbp_i \tag{1}$$

In the formula, $p_i$ the probability of representing the proportion of volatile pollutant samples in the environmental category, the higher the probability, the greater the effectiveness of the information entropy value. Using features to segment into multiple parts, the information gain and entropy change are:

$$H(T_A) = -\sum_{j=1}^{K} \frac{|T_j|}{T_O} M(T) \tag{2}$$

$$U(T, A) = \frac{H(T_A) - H(T)}{-\sum_{K=1}^{M} (T_j)} \tag{3}$$

For the classification proportion index, the smaller the index proportion of each sample set, the more suitable the classification effect is for the construction of the detection model. The calculation formula is as follows:

$$Gini(T) = 1 - \sum_{k=1}^{j} pi_2 \tag{4}$$

$$Gini(T_A, A) = \sum_{i=1}^{K} \frac{|U_i|}{T} G(T_j) \tag{5}$$

The above formula shows that the gain coefficient is roughly the same as the base coefficient. The Random forest algorithm also gives priority to the interval with the smaller proportion of the index. However, in the face of iterative updating of air environment dynamic data, Random forest decision trees are prone to fitting defects. Therefore, we use the adaptive algorithm to optimize the parameters of the detection model. This adaptive

global optimization method can dynamically improve the probability of Random forest to find the optimal path. The optimization process is as follows:

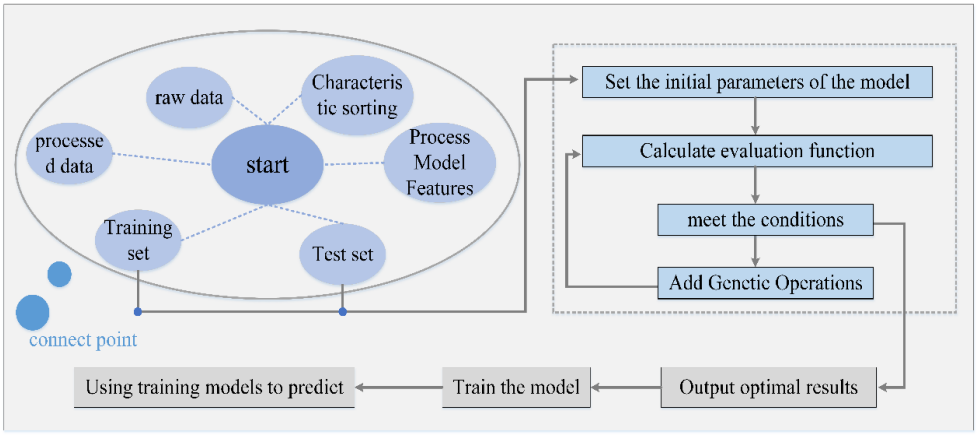



Figure 1 – Optimization process of Random forest algorithm

As shown in Figure 1, after preprocessing the original sample data, the determined information is sorted based on the distribution of feature values.

### 3.2. Filtering Strategy Based on Random Forest Algorithm in Dynamic Information Processing

The Random forest algorithm takes the decision tree as the basic structure, and uses the integrated reorganization method to process the data. It classifies and combines several models, and then determines the selection result according to the voting coefficient. We define the general decision Tree model:

$$\{h(X,\theta_m), K=1,...,M\} \tag{6}$$

In the formula, $\theta_m$ represents an independent and valuable distribution vector. If the collected samples are input into the Random forest algorithm, the final calculation formula is:

$$f(m) = majority\{h(X,\theta_m) \mid K=1,...,M\} \tag{7}$$

Based on the characteristics of the collected samples and using integrated classification, randomly select several sets of data samples of different sizes to train model structures that meet the task requirements. Although this integrated machine learning algorithm can achieve synchronous processing of data, its own feature filtering strategy can easily overlook valuable data when dealing with dynamic high-dimensional information.

Therefore, we combined the Random forest algorithm with adaptive genetic algorithm in the experiment, and used the average variance and error and other indicators to explore the accuracy of the optimized algorithm in the prediction of volatile pollutant emissions of large stadiums and gymnasiums. The average variance can be used as the standard deviation for regression fitting. When measuring the same set of data, the validity of the data is judged based on the reaction coefficients of being too large or too small. The specific formula is as follows:

$$RM = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}(y_e^o - y_e^i)^2} \tag{8}$$

The average determination error evaluates the optimal fitting degree of the model coefficients after linear processing of the regular monitoring model, and can also reflect the changes in direction error caused by redundant data in the model. The specific formula is as follows:

$$R^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_e - y)\bullet(y_i - y_o^2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_e - y_e^1)}} \right) \tag{9}$$

When the error coefficient is 1, it indicates that the actual usage value of the model is close to the predicted value. When the indicator approaches 0, the randomly collected samples in the model have a poor impact on the final result. The optimized Random forest algorithm is based on the traditional structure, and we need to verify the feasibility of the original algorithm.

## 4. Results and Analysis

In the test of Random forest algorithm on adolescent behavior patterns, we found that the algorithm is vulnerable to the common interference of internal and external factors. From the perspective of internal structure, there is a certain correlation between the maximum depth and differentiation intensity of sample points between each decision tree. External Confounding mainly come from the distribution of randomly collected samples. From the evaluation of the distribution effect of sampling samples, the application model of Random forest algorithm mainly plays the role of prediction and monitoring, and its accuracy and feedback speed are one of the main contents of the evaluation algorithm. We compared the Random forest algorithm after adaptive genetic optimization with the traditional Random forest algorithm in the above two aspects, and selected 3000 data from the activity data of Big data teenagers as the comparison data source. The actual effects of the two algorithms are as shown in Figure 1.

It can be seen from Figure 2 that when the traditional Random forest algorithm faces big data sets, the accuracy and feedback speed have significantly decreased. As the running time of the algorithm grows, the ordinary Random forest algorithm cannot support the calculation of a large number of dynamic data. When the optimized Random forest algorithm is used to calculate a large number of internal stadium data, its accuracy and accuracy curve remain above the effective range. In addition, we also evaluate the training effectiveness of the training set based on the generalization ability of the model. The

dynamic monitoring model should maintain its adaptability to training samples and be able to make correct judgments when facing multiple sets such as different distributions and the same distribution pattern.

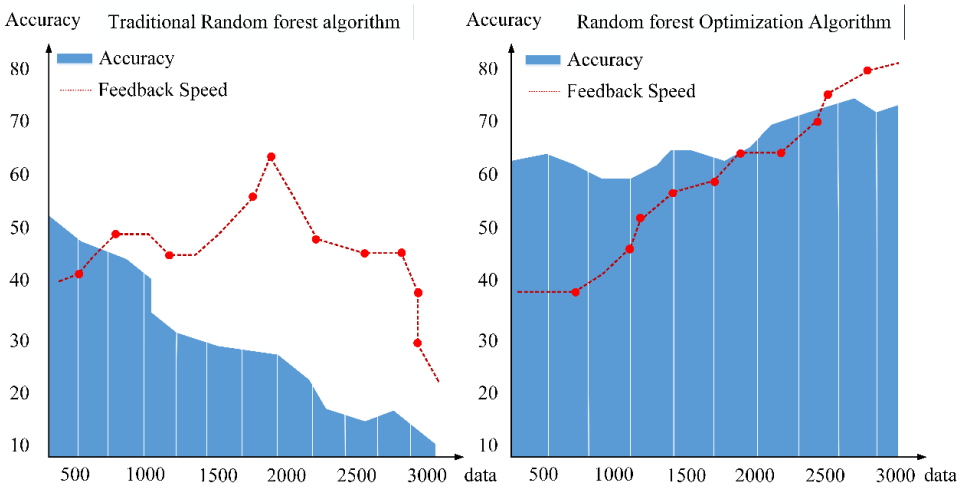



Figure 2 – Comparison of the actual effects of two algorithms

On this basis, different pollutants are classified and judged from the organic and single nature, and the optimized Random forest algorithm is used to complete the construction of the sample matrix. The statistics of the number of samples of each type and the classification accuracy of the Random forest algorithm are shown in Table 1.

| | First Kind | Second Kind | Class Iii | Fourth Class | Accuracy |
|---|---|---|---|---|---|
| First Kind | 11 | 13 | 7 | 5 | 83.9% |
| Second Kind | 12 | 7 | 3 | 0 | 77.8% |
| Class Iii | 5 | 6 | 2 | 2 | 89.4% |
| Fourth Class | 0 | 0 | 1 | 13 | 86.5% |

Table 1 – Statistical Table of Classification Accuracy of Random Forest Algorithm

The research on adolescent prosocial behavior based on the optimized Random forest algorithm aims to analyze adolescent prosocial behavior through machine learning algorithm, and provide support and help for education, counseling and intervention. In this study, we collected a large amount of adolescent behavior data, and selected the main characteristics related to adolescent prosocial behavior through data preprocessing and Feature selection and other steps. Then, we use the optimized Random forest algorithm to train and test the data, and obtain accurate analysis results.

The Random forest algorithm is a Ensemble learning algorithm, which can predict by constructing multiple decision trees with high accuracy and generalization ability. In

this study, we optimized the Random forest algorithm by adjusting parameters and Feature selection, which improved the accuracy and stability of the algorithm.

Based on the analysis results, we can better understand and predict the behavior of adolescents, providing support and assistance for education, counseling, and intervention. In addition, we can combine the analysis results with applications in other fields, such as psychology, education, and sociology, to better support and guide the development and growth of adolescents.

## 5. Conclusions

Self control analysis of adolescent prosocial behavior based on optimized Random forest algorithm is an effective machine learning method, which can provide important support and help for adolescent behavior analysis. By collecting adolescent behavior data, data preprocessing, Feature selection and other steps, and using the optimized Random forest algorithm for model training and testing, we can obtain accurate self-control analysis results of adolescent prosocial behavior.

In this study, we collected a large amount of adolescent behavior data, and selected the main characteristics related to self-control of adolescent prosocial behavior through data preprocessing and Feature selection and other steps. Then, we use the optimized Random forest algorithm to train and test the data, and obtain accurate analysis results. Based on the analysis results, we can better understand and predict the behavior of adolescents, providing support and assistance for education, counseling, and intervention.

In future research, we will further explore the influencing factors and mechanisms of self-control in adolescent prosocial behavior, and use more data and more complex machine learning algorithms to improve the accuracy and generalization ability of analysis. In addition, we will also consider combining the analysis results with applications in other fields, such as psychology, education, and sociology, to better support and guide the development and growth of adolescents.

In a word, the self control analysis of adolescent prosocial behavior based on optimized Random forest algorithm is an effective machine learning method, which can provide important support and help for adolescent behavior analysis. In future research, we will continue to explore and develop this method to better support and guide the development and growth of adolescents.

## Reference

Barzilay, S., Fine, S., Akhavan, S., Haruvi-Catalan, L., Apter, A., Brunstein-Klomek, A., & Fennig, S. (2023). Real-Time Real-World Digital Monitoring of Adolescent Suicide Risk During the Six Months Following Emergency Department Discharge: Protocol for an Intensive Longitudinal Study. JMIR Research Protocols, 12(1), e46464.

Donnelly, H. K., Han, Y., Kim, S., & Lee, D. H. (2023). Predictors of suicide ideation among South Korean adolescents: A machine learning approach. Journal of affective disorders, 329, 557-565.

Donnelly, N., Cunningham, A., Salas, S. M., Bracher-Smith, M., Chawner, S., Stochl, J., & van den Bree, M. (2023). Identifying the neurodevelopmental and psychiatric signatures of genomic disorders associated with intellectual disability: a machine learning approach. Molecular Autism, 14(1), 1-13.

Martinsone, B., Supe, I., Stokenberga, I., Damberga, I., Cefai, C., Camilleri, L. & Grazzani, I. (2022). Social emotional competence, learning outcomes, emotional and behavioral difficulties of preschool children: parent and teacher evaluations. Frontiers in Psychology, 12, 6403.

Owens, M. M., Hahn, S., Allgaier, N., MacKillop, J., Albaugh, M., Yuan, D., ... & Garavan, H. (2022). One-year predictions of delayed reward discounting in the adolescent brain cognitive development study. Experimental and Clinical Psychopharmacology, 30(6), 928.

Párraga-Álava J, Garzón G M, Valarezo R V. (2019) Multi-Objective Genetic Algorithms: are they useful for tuning parameters in Agent-Based Simulation? Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E19): 172-184.

Prati, G., Tzankova, I., Albanesi, C., & Cicognani, E. (2022). Longitudinal Predictors of Perceived Climate Change Importance and Worry among Italian Youths: A Machine Learning Approach. Sustainability, 14(23), 15716.

Qasrawi, R., Polo, S. P. V., Al-Halawa, D. A., Hallaq, S., & Abdeen, Z. (2022). Assessment and prediction of depression and anxiety risk factors in schoolchildren: machine learning techniques performance analysis. JMIR Formative Research, 6(8), e32736.

Samigulina G A, Samigulina Z I. (2019) Modified immune network algorithm based on the Random Forest approach for the complex objects control. Artificial Intelligence Review, 52: 2457-2473.

Singh, R., Subramani, S., Du, J., Zhang, Y., Wang, H., Miao, Y., & Ahmed, K. (2023). Antisocial Behavior Identification from Twitter Feeds Using Traditional Machine Learning Algorithms and Deep Learning. EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems, 10(4), e17-e17.

Taye, A. D., Borga, L. G., Greiff, S., Vögele, C., & D'Ambrosio, C. (2023). A machine learning approach to predict self-protecting behaviors during the early wave of the COVID-19 pandemic. Scientific Reports, 13(1), 6121.

Yu J. (2021) Academic Performance Prediction Method of Online Education using Random Forest Algorithm and Artificial Intelligence Methods. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15(5).

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

Recebido/Submission: 17/06/2023
Aceitação/Acceptance: 19/08/2023

# The Promotion Strategy of Rural Culture and Art Tourism from the Perspective of Resident Participation

Zheng Chen*, Jacquline Tham, S. M. Ferdous Azam

**012019090655@gsm.msu.edu.my**

Management and Science University, 40100 Shah Alam, Malaysia

**Pages: 541-553**

***Abstract:*** The particularity of rural culture determines the necessity of resident participation in rural tourism. The rural cultural atmosphere contained in rural tourism can simultaneously meet people's rural tourism needs, which is the main driving force for the rise of rural tourism. In response to some problems in the construction of rural tourism culture from the perspective of residents' participation in China, it is necessary to explore rural cultural resources, strengthen the image shaping and promotion of rural tourism products. Promote the inheritance and dissemination of traditional rural culture, and highlight the cultural characteristics of rural tourism products. Emphasize the regional characteristics of rural tourism industry and strengthen the strong image of rural culture. Through the relationship between rural tourism planning and rural landscape planning from the perspective of residents' participation, we can learn from management, institutional economics and other "stakeholder" theories. Research has shown that from the perspective of combining theory with practice, the typical development models of leisure agriculture in China have been systematically summarized. And proposed the basic conditions and applications of feasible experiences such as high-tech leadership and new rural construction based on agricultural experience. Research has shown that targeted spatial optimization strategies for residents' participation perspectives have been proposed, aiming to improve the research content of leisure agriculture, optimize the spatial layout of leisure agriculture, and ultimately achieve the goal of improving the quality and level of China's leisure agriculture business model.

***Keywords:*** Leisure Agriculture; Rural Tourism; Business Model; Agricultural Business Model

## 1. Introduction

Rural tourism refers to the participation of residents in tourism and sightseeing activities within rural areas. The main attractions are rural pastoral scenery, agricultural and forestry production and operation activities, rural natural ecological environment, and social and cultural customs (Gao et al., 2018). It targets long-term urban residents and admires the beautiful natural scenery of rural areas (Ritchie et al., 2014). And consider understanding local customs and unique customs as a way of traveling. Rural tourism has been popular in China for many years, but in most areas, residents lack

active participation in the development of rural tourism (Sigala, 2013). Operators also have some deviations in the connotation and development direction of rural tourism (Hernandez eta l., 2014). This leads investors to attach importance to facility construction and artificial landscapes, while neglecting the creation of rural cultural atmosphere. The awareness of restoration and protection of the ecological environment and traditional cultural heritage is not strong, and even destruction may occur during the development process (Priporas et al., 2015). Overall, the development of rural tourism from the perspective of resident participation lacks traditional cultural atmosphere and deviates from tourists' pursuit and experiential needs for rural scenery, life, and atmosphere (Fairer, 2017). At the same time, tourism products are too one-sided, emphasizing material experiences and neglecting spiritual and cultural aspects. The development of rural cultural tourism resources requires expanding the breadth of tourism resources, increasing the diversity of residents' participation in activities, and meeting the tourism needs of tourists at different levels. We should also combine the special folk customs and industrial culture in rural areas to drive the development of other industries in rural areas, achieve the effect of improving rural economic efficiency and farmers' income, and inject new vitality into rural economic development (Velvin et al., 2013).

At present, there is a lot of research on residents' participation in rural tourism in China, but there are relatively few special cases of ethnic resident participation in rural tourism. Developing rural tourism not only increases residents' participation income, but also has important significance in protecting and inheriting traditional rural culture. However, rural tourism has also encountered many problems in its development. The fundamental reason is that it only focuses on the shallow development of tourism products, ignoring the characteristics of residents' participation in rural tourism. The essence of rural tourism is to allow urban residents to experience rural culture and customs. Therefore, "culture" should be the focus of rural tourism planning and development. In 2015, the self perception of ecotourism was proposed (Deng and Li, 2015). Since 2016, the construction of global tourism and leisure spaces has been studied by relevant scholars (Rainer, 2016). Afterwards, the theory of promotion and development of rural tourism enterprises was proposed (Ling W., et al., 2016). Developing leisure agriculture is of great significance for transforming the agricultural development mode, promoting farmers' employment and income growth, promoting the construction of new rural areas, coordinating urban and rural development, and meeting the growing leisure consumption needs of urban and rural residents. The reasonable layout of leisure agriculture is the key to the success of leisure agriculture projects and the avoidance of business model risks. It is also an important guarantee for the harmonious development of economic, social, and ecological benefits. Developing leisure agriculture can fully utilize existing agricultural industry resources, folk culture, and tourism resources. Extend the industrial chain of agriculture and tourism, develop new tourism products, increase the added value of agricultural and sideline products, and thus form a broader and deeper level of industrial entities (Kline et al., 2013). Therefore, rural areas should integrate surplus labor, increase residents' participation, and achieve the combination of leisure agriculture and rural tourism management (Cater and Carl, 2017). From a supply perspective, tourism is often seen as an effective means to alleviate rural recession, improve rural economic simplification, and promote socio-economic recovery in rural areas (Choi et al., 2017). This understanding has become a catalyst for residents to participate in the rapid development of rural tourism destinations. Governments

and investors in various rural areas are committed to the development of rural tourism resources (Hoekman et al., 2017). The rural scenery, high-tech agricultural production, and modern rural style with agricultural culture as the theme have become the core resources for attracting tourists to rural tourism destinations (Li et al., 2014).

At present, China's rural tourism is developing vigorously. In a short period of time, it has formed the development reality of rich product categories, huge supply scale and increasing characteristic regions (Andrades et al., 2013). However, the lack of scientific rationality of spatial layout, poor matching between resources and markets, imperfect competition and cooperation among regions and other spatial evolution and structural problems also highlight the limitations of future development. In terms of economic construction, the development of leisure agriculture has optimized the industrial structure of rural areas and promoted the development of local economy and township enterprises (Kaplanidou eta l., 2013). In terms of social benefits, the development of leisure agriculture can enhance the influence of local agricultural brand. Rural tourism and sightseeing agriculture have flourished in some cities with rapid economic development and areas with abundant agricultural resources, and many agricultural tourism bases have been built (Tienming et al., 2013).

## 2. Materials and Methods

This study will mainly analyze the resource conditions, current situation, and characteristics of leisure agriculture development, and elaborate on the advantages, disadvantages, and conditions of local development of leisure agriculture (Valle et al., 2015). At the same time, the model and development strategies for residents' participation in the further development of leisure agriculture were proposed. For the layout of tourism phenomena, the spatial structure of tourism is a spatial process in which economic, cultural, political and other systems and industrial elements interact in space (Silm et al., 2014). At present, there are significant regional differences in the participation of residents in the development of leisure agriculture, which is influenced by the natural and social factors of hunger. China has a vast territory and complex and diverse climatic and geomorphological types. It has a long history of agricultural production and numerous ethnic groups. There are abundant agricultural resources and unique local cultural characteristics here. Various agricultural ecological spaces with different landscapes have been formed, which has natural advantages in developing sightseeing agriculture. The so-called political rights mainly refer to the government's regulation of destination development through legislation and administrative regulations. The right of residents to participate has a composite nature, meaning that each type of stakeholder has more than one right. And every right of stakeholders may have differences in support or resistance, positive or negative, in the development of the tourism industry. The survey results of agricultural and rural tourism behavior preferences are shown in Table 1 and Figure 1.

| | Frequency | Preference |
|---|---|---|
| Agricultural Rural Tourism | 15% | 46% |

Table 1 – A Survey of Agricultural Rural Tourism Behavior Preference

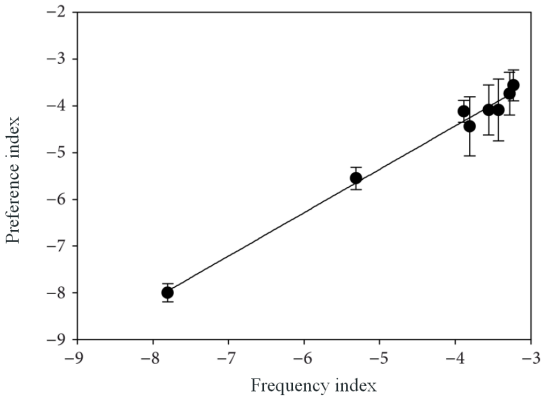



Figure 1 – A Survey of Agricultural Rural Tourism Behavior Preference

Agricultural multifunction means that agriculture not only has the traditional function of producing food and fiber, but also has other unique non-commodity production functions such as society, economy, environment and culture. It includes all goods and services related to agriculture and provided by agriculture. First of all, we should base on the local natural scenery or historical and cultural characteristics, and classify them. After correct positioning and classification, rational planning and adjustment should be made, local resources should be fully utilized, and market development should be taken as the precondition for development. Within the network, competition and cooperation between tourism cities (towns) naturally form, which makes the service quality, management level and tourism facilities in the network space continuously perfect, and the tourism industry tends to be mature and stable. The formation of tourism cyberspace is an organic aggregation of tourist space patterns such as point axes, strips and circles, reflecting the synergy between internal and external forces such as economic development, customer development, and policy support. In addition, there are further clear organizational management guidelines in the development of leisure agriculture, which makes the development model of leisure agriculture more standardized, orderly and institutionalized. The statistical results of the expert scoring method defined by "tourist stakeholders" are shown in Table 2 and Figure 2. The descriptive nature of government interest requirements is shown in Table 3 and Figure 3.

| Categories of tourism stakeholders | Frequency | Selection rate |
|---|---|---|
| Tourist | 10.24 | 16.4 |
| General public | 9.41 | 15.8 |
| Foreign investors | 9.41 | 15.3 |
| Special interest groups | 9.56 | 15.5 |

Table 2 – Statistical Results of Expert Scoring Method for the Definition of "Tourism Stakeholders"

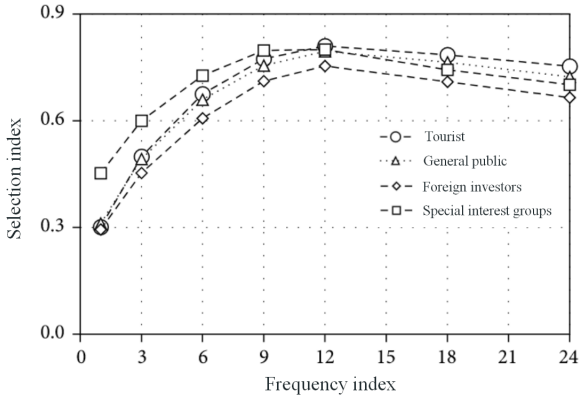



Figure 2 – Statistical Results of Expert Scoring Method for the Definition of "Tourism Stakeholders"

| | Mean Value | Standard deviation |
|---|---|---|
| Town culture | 11.51 | 4.56 |
| Industrial Development | 11.64 | 4.81 |

Table 3 – Descriptive Statistics of Government Interest Requirements

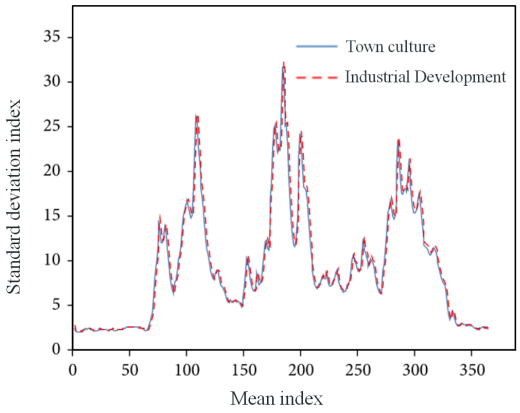



Figure 3 – Descriptive Statistics of Government Interest Requirements

A concise definition of the theory of leisure agriculture composition is the theory of studying the structure and function of agriculture composition. Agriculture is a complex system consisting of many interrelated factors, interacting with the environment and having a specific structure and function, including agricultural production structure,

rural industrial structure, ecological structure, business model and so on. In addition, informal concepts, attitudes, morals, habits and so on will also influence the behavior choices of stakeholders in invisible and potential ways. In the planning of leisure agricultural tourism, it is necessary to fully consider the resource base, production conditions and seasonal characteristics of the agricultural production in the project area. Choosing the right agricultural products according to local conditions, creating rich agricultural products and developing marketable tourism products are the purpose of all agricultural tourism planning and the key to the success of the leisure agricultural business model. Combine modern agriculture and tourism markets to develop tourism agriculture. Relying on the protection of laws and regulations system is also conducive to the government to more effectively regulate leisure agriculture, but also to ensure that consumers' legitimate consumer rights are fully guaranteed. It is essential for the smooth development of leisure agriculture. The parameters of the evaluation index of leisure agriculture spatial layout are shown in Table 4 and Figure 4.

| | Level | Proportion |
|---|---|---|
| Space structure | 50% | 40% |
| Multifunctionality | 64% | 42% |

Table 4 – Evaluation Index Parameters of Spatial Layout of Leisure Agriculture

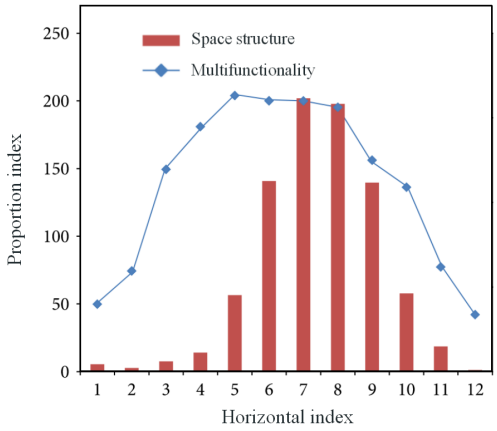



Figure 4 – Evaluation Index Parameters of Spatial Layout of Leisure Agriculture

## 3. Result Analysis and Discussion

In order to gain a deeper understanding of the specific situation of residents' participation in rural tourism, this article adopts the form of on-site research. The focus of this survey is to fully understand the understanding and participation level of rural residents in rural tourism, and then identify the current practical problems, propose opinions and solutions. This survey was conducted among rural residents using Maweiyi Folk Village as the sample source, using a combination of questionnaire survey and oral inquiry. In

addition, managing the project truly meets the needs of ecotourism attractions, improves local tourism management capabilities, and provides high-quality tourism environment and products for tourists. Managers must always prioritize management functions and manage the combination of rural leisure agriculture and rural tourism in a standardized and efficient manner. The evaluation scores of leisure farm layout are shown in Table 5 and Figure 5.

| | Score | Weight Value |
|---|---|---|
| Space structure | 20% | 16% |
| Multifunctionality | 25% | 19% |

Table 5 – Scores of Spatial Layout Evaluation of Leisure Farm

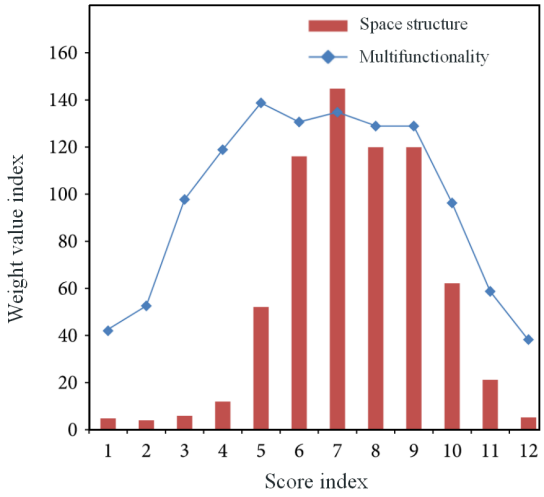



Figure 5 – Scores of Spatial Layout Evaluation of Leisure Farm

Based on the fact that the resources of rural tourism are difficult to be determined and the quantity is difficult to be counted, this paper chooses and calculates the concentration index to analyze and explain the spatial distribution of rural tourism. Centralization index is an index describing the degree of centralization of data distribution. Its formula is:

$$w(x, y, d) = \exp(-(\frac{d_g}{r_g} + \frac{d_c}{r_c}) \quad (1)$$

The less centralized the data distribution is (the more balanced it is). The approximate value method is adopted in the formula:

$$SelfAd(x,y,d) = (1-t)\,|\,I(x,y) - I'(x+d,y)\,| + t(\,|\,\nabla_x I(x,y) - \nabla_x I'(x+d,y)\,| + |\,\nabla_y I(x,y) - \nabla_y I'(x+d,y)\,|) \quad (2)$$

The coefficient of variation of each evaluation index indicates the degree of coordination of experts' opinions. The smaller the coefficient of variation, the higher the degree of consensus of experts. For a detailed calculation, see the following formula:

$$C(x,y,d^{(i)}) = \sum_{(x,y)\in N(x,y)} w(x,y,d^{(i)}) \cdot SelfAd(x,y,d^{(i)}) \quad (3)$$

$$d(x, y) = ax + by + c \quad (4)$$

However, no matter how many they are, their information will not overlap with each other. Mathematical Formula of Principal Component Analysis:

$$d^{(i,j)}(x, y) = ax + by + c \quad (5)$$

When principal component analysis is carried out, the decision matrix coefficients are not directly obtained, but the initial factor loads are obtained, which satisfy the following relationship:

$$|\,D_L(x_L) - D_R(x_L - D_L(x_L)\,| < 1 \quad (6)$$

$$\frac{N_{unreliable}}{N_{segment}} > \gamma_{segment} \quad (7)$$

The eigenvalue corresponding to the principal component is expressed by the formula:

$$\left| d_k^{(i,j)} - (ax_k + by_k + c) \right| \le t_{outlier} \quad (8)$$

In order to check the consistency of the judgment matrix, to ensure the credibility of the hierarchical order:

$$|a\text{-}a'| + |b\text{-}b'| + |c\text{-}c'| < \mathring{a} \quad (9)$$

E value should also be adjusted accordingly with the change of the selected scale:

$$E(x) = \sum_{j=1}^{n} E_j \tag{10}$$

Normalize, the formula is as follows:

$$\begin{aligned} E_{LR}^{ij} &= \sqrt{\sum_{u=1}^{U} \phi_u^{ij}}, j \in (1, M), i \in (1, H) \\ \phi_u^{ij} &= (S_{Lu}^i - S_{Ru}^i)^2 \end{aligned} \tag{11}$$

The final result is to calculate the weight value of each variable:

$$D_{i+1}(x) = \frac{D_i(x)}{Z_i} \begin{cases} e^{-a_t} & h_i(x) = y_i \\ e^{-a_t} & h_i(x) \neq y_i, D_i(x) \leq HW_t \\ e^{a_t} & h_i(x) \neq y_i, D_i(x) \leq HW_t \end{cases} \tag{12}$$

One of the development strategies of tourism is to establish brand, combine the development advantages of rural areas, set up tourism products with rural characteristics to meet the characteristics of different tourists. Its development focus is the original ecology, in combination with the local landscape and cultural characteristics of brand building, integration of local style. In the planning of recreational agricultural land, we should make full use of the existing collective construction land and not occupy the basic farmland. For rational development projects, under the basic premise of protecting the ecological environment, leisure agricultural enterprises can be supported to develop and sort out barren hills and slopes. Improve the efficiency of land use, improve the conditions of leisure agricultural production, and enhance the multi-functional production capacity of agriculture. According to the scale theory of analytic hierarchy process, this paper compares the relative importance of the spatial distribution structure model of leisure agriculture between two factors. On the other hand, the government also conforms to the characteristics of "economic man", which often makes strategic choices based on its departmental interests and costs rather than social interests and costs. Community residents also have the ability to weigh the pros and cons and choose behavior. Once the two parties choose to be inconsistent, they will trigger a game and form a mutually influential relationship. Integrate resources, continuously improve the scale efficiency and overall level of leisure and sightseeing agricultural areas, promote urban-rural integration and drive farmers to increase employment and income. The attraction of the city lies in its rich cultural diversity. Any culture that is suitable for survival can be found in every corner of the city. The equilibrium trend map of the rural tourism management system is shown in Figure 6.

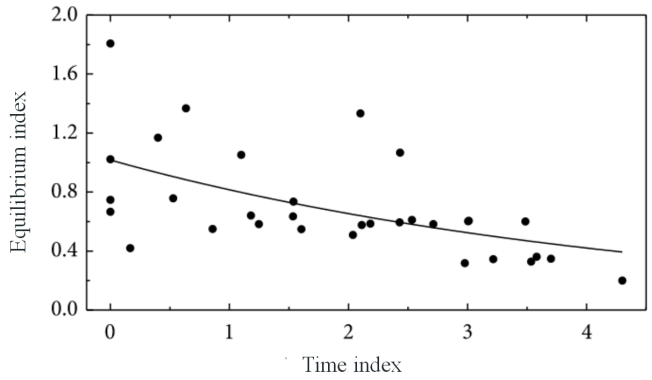



Figure 6 – Equilibrium Trend Map of Rural Tourism Management System

Strengthen publicity and guidance, enhance farmers' awareness, encourage farmers to actively participate, and achieve the on-site transfer of rural surplus labor. Promote the formulation of relevant industry standards, clarify and standardize the development laws of the industry, strengthen industry management, and create a good market environment for the healthy and sustainable development of leisure agriculture. Although this type of industrial agglomeration has generated external economies that benefit farmers, it has also produced a reaction of "both wealth and loss" in the development of the tourism industry. Therefore, in the process of pursuing a customer market, such enterprises should unite to form an overall spatial image and external economic benefits with high-quality products and services, in order to seek market recognition and expansion. Support

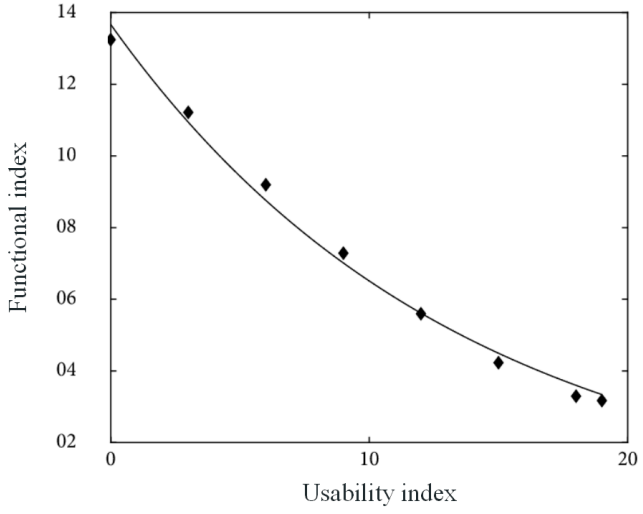



Figure 7 – Utilization and Functional Linkages of Rural Tourism Resources

a group of new rural construction demonstration villages in relatively concentrated suburban areas to develop leisure and sightseeing agriculture, transform and improve the design level of rural residential styles, and promote the development of emerging rural industries and related industries. Under the leadership of different stakeholders, the institutional models of rural tourism communities often exhibit differences, resulting in different organizational structures. The structural status of various stakeholders, the conditions and methods of the game, the space for adopting strategies, and the rules to be followed vary under different organizational structures. Implement a large-scale business model. On this basis, we will strive to enrich the types of agricultural products, increase residents' participation experience, and reflect the multifunctional nature of leisure agriculture. The use and functional connections of rural tourism resources are shown in Figure 7.

## 4. Conclusions

In combination with the development of rural tourism, the government actively takes corresponding measures to encourage residents to participate. For example, praising participating villagers or providing certain economic subsidies. At the same time, the government should do a good job in promoting the connotation and significance of rural tourism to the grassroots, comprehensively realizing that rural tourism drives rural economic development and reduces rural poverty. The government should also actively organize corresponding education and training to strengthen farmers' professional knowledge learning in rural tourism. Cultivate farmers' business philosophy and implement unified management of their service standards and quality. Guide farmers to invest and avoid large-scale blind obedience. This study summarizes the spatial evolution process of leisure rural tourism from two dimensions of time and space, and comprehensively and meticulously analyzes and summarizes different evolution mechanisms through a combination of map, table, and text interpretation. In order to achieve multiple benefits such as improving the rural ecological environment, adjusting the agricultural industrial structure, advancing farmers' production and lifestyle, increasing income, and exploring the value of regional tourism. The planning of rural tourism, the shaping and improvement of rural landscapes, the construction of ecological environment, urban-rural integration, and the construction of new rural areas should be organically combined. The fundamental reason is that they have formed various explicit contracts and implicit contracts based on the business model of rural tourism communities, thus forming different interest desires. In addition, the sum of the weights of cognitive, tourism, and ecological safety evaluation factors also accounts for nearly 18%, which cannot be ignored when evaluating the spatial layout of leisure agriculture. From the perspective of indicators, indicator values with weights ranging from 0.01 to 0.03 have a certain impact on the evaluation results of leisure agriculture spatial layout. Analyzed the internal and external dynamics of the spatial process of regional rural tourism, and proposed solutions to the existing problems. The article provides an in-depth analysis of the spatial evolution mechanism of rural tourism in Dalian. Summarized the internal and external forces, push pull, and other driving processes of its movement, elaborated on the spatial laws, available theories, and possible approaches of rural tourism development.

## References

Andrades-Caldito L, Sanchez-Rivero M, Pulido-Fernandez J I. (2023) Differentiating Competitiveness through Tourism Image Assessment: An Application to Andalusia (Spain). Journal of Travel Research, 52(1): 68-81.

Cater, Carl I. (2017) Tourism on two wheels: Patterns of motorcycle leisure in Wales. Tourism Management, 61: 180-189.

Choi J, Choi J A. (2017) Influence of Leisure Competence and Level of Leisure Activity on Life Satisfaction in Low-Income Older Adults in Rural South Korea. Research in Gerontological Nursing, 10(2): 67-75.

Deng J, Li J. (2015) Self-identification of ecotourists. Journal of Sustainable Tourism, 23(2): 255-279.

Fairer-Wessels F A. (2017) Determining the impact of information on rural livelihoods and sustainable tourism development near protected areas in Kwa-Zulu Natal, South Africa. Journal of Sustainable Tourism, 25(1): 1-16.

Gao L, Yan J, Du Y. (2018) Identifying the Turning Point of the Urban-Rural Relationship: Evidence from Macro Data. China & World Economy, 26(1): 106-126.

Hernandez-Maestro R M, Gonzalez-Benito O. (2014) Rural Lodging Establishments as Drivers of Rural Development. Journal of Travel Research, 53(1): 83-95.

Hoekman R, Breedveld K, Kraaykamp G. (2019) Sport participation and the social and physical environment: explaining differences between urban and rural areas in the Netherlands. Leisure Studies: 1-14.

Kaplanidou K, Karadakis K, Gibson H, et al. (2013) Quality of Life, Event Impacts, and Mega-Event Support among South African Residents before and after the 2010 FIFA World Cup. Journal of Travel Research, 52(5): 631-645.

Kline C, Gard Mcgehee N, Paterson S, et al. (2013) Using Ecological Systems Theory and Density of Acquaintance to Explore Resident Perception of Entrepreneurial Climate. Journal of Travel Research, 52(3): 294-309.

Li Y, Liu Y, Long H, et al. (2014) Community-based rural residential land consolidation and allocation can help to revitalize hollowed villages in traditional agricultural areas of China: Evidence from Dancheng County, Henan Province. Land Use Policy, 39: 188-198.

Ling W, Long L. (2016) Research on evaluation index system of tourism competitiveness based on tourism E-business platform. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E5): 146.

Priporas C V, Vassiliadis C A, Bellou V, et al. (2020) Exploring the Constraint Profile of Winter Sports Resort Tourist Segments. Journal of Travel Research, 54(5): 659-671.

Rainer, Gerhard. (2016) Constructing globalized spaces of tourism and leisure: Political ecologies of the Salta Wine Route (NW-Argentina). Journal of Rural Studies, 43: 104-117.

Ritchie B W, Crotts J C, Zehrer A, et al. (2021) Understanding the Effects of a Tourism Crisis: The Impact of the BP Oil Spill on Regional Lodging Demand. Journal of Travel Research, 53(1): 12-25.

Sigala, Marianna. (2023) Using and measuring the impacts of geovisualisation on tourism education: The case of teaching a service management course. Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education, 12(1): 85-98.

Silm S, Ahas R. (2020) Ethnic Differences in Activity Spaces: A Study of Out-of-Home Nonemployment Activities with Mobile Phone Data. Annals of the Association of American Geographers, 104(3): 542-559.

Tienming C, Wu H C, Lomin H. (2013) The influence of place attachment on the relationship between destination attractiveness and environmentally responsible behavior for island tourism in Penghu, Taiwan. Journal of Sustainable Tourism, 21(8): 1166-1187.

Valle Junior R F, Varandas S G P, Pacheco F A L, et al. (2015) Impacts of land use conflicts on riverine ecosystems. Land Use Policy, 43: 48-62.

Velvin J, Kvikstad T M, Drag E, et al. (2023) The impact of second home tourism on local economic development in rural areas in Norway. Tourism Economics, 19(3): 689-705.

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

Recebido/Submission: 28/05/2023
Aceitação/Acceptance: 17/07/2023

# Strengthening Insurance Industry Security and Promoting Scientific Development of Economic Finance Based on Wireless Network

Wenji Huang[1], Haojie Liao[2,3], Xichao Zhao[2,3*], Dongni Tang[2]

**17719566056@163.com**

[1] Human Resources Department, Guangxi University of Finance and Economics, Nanning, Guangxi, 530003, China

[2] Accounting and Audit School, Guangxi University of Finance and Economics, Nanning, Guangxi, 530003, China;

[3] Faculty of Humanities and Social Sciences, Macao Polytechnic University, Macau SAR, Rua de Gomes, 999078, China.

**Pages: 554-564**

***Abstract:*** In the era of big data, the protection of data information has become a focus of attention in various fields. Therefore, strengthening the security of insurance industry is researched based on wireless network and promoting the scientific development of economic finance. The relevant concepts of the wireless network is first described, and then an insurance enterprise data center computer room monitoring system is built based on the wireless sensor network, and corresponding improvements are made to the system data transmission algorithm. In the subsequent experiments, not only the effectiveness of the algorithm is proved, but also the practicality of the monitoring system is proved.

***Keywords:*** Data; Wireless network; Sensor; Algorithm

## 1. Introduction

With the continuous research and development of computer technology, the popularity and application of computer technology has become very extensive (Tan et al., 2021). It is the large-scale application of computer technology and its related platforms that make the data generated by these platforms show an explosive growth. This data not only conceals a large amount of valuable information, but also guarantees the normal operation of related companies or groups. In particular, the data generated by large enterprises is the basis for the existence of the company (Mardikaningsih et al., 2022). In general, the daily data generated by the company will be stored in the company's exclusive computer room. Therefore, the enterprise's engine room has become the focus of protection of the enterprise, because if there is a mistake, it will lead to leakage, loss, etc. of the enterprise's data information, resulting in incalculable economic losses (Chen et al., 2015). Global warming may be the most challenging change we must face after the extinction of dinosaurs, and it will change our way of life. Obtaining real-time climate

data is necessary for making decisions and reducing the negative impacts of climate change. In this experiment, we constructed a climate monitoring network using ZigBee wireless technology. Six Zigbee devices (E1, E2, E3, E4, E5, and E6) and one Gateway were placed outdoors at Eastern Catholic University (UCO) for a year to measure climate variables such as temperature, relative humidity, and brightness. The results did not show any statistical differences in temperature between E2E4 and E4, E6 (Gutierrez et al., 2019).

Insurance is one of the financial industries, and the business operations of related companies are mainly based on money. Therefore, the insurance industry generates more daily information than other companies and is more important (Sánchezhenarejos et al., 2014). As the central computer room for enterprises to preserve data and information, their protection has become the top priority for insurance companies. If there are any problems in the central computer room, it will not only result in the loss of the enterprise economy, but also cause a certain degree of social panic (Chandra et al., 2019). In view of this, strengthening the security of insurance industry is researched based on wireless network and the development of economic and financial science is promoted, which hopes to provide some references and reference for the security protection of insurance companies.

## 2. Related Work

Wireless network refers to a wireless communication-based network (Liang, 2015). There are many technologies for wireless networks, which can be distinguished by distance and closeness. The long-distance wireless network includes a global voice and data network, and there are close-range radio and infrared technologies (Liang, 2015). However, whether it is a long distance or a short distance, the wireless network communication method is still very different from the wired network, in which the wireless network uses radio as a transmission medium. The wired network uses the cable as the transmission medium. Because wireless networks use radio as the medium of transmission, access devices for wireless networks also have large differences (Booranawong et al., 2019). In general, it includes wireless network cards, wireless bridges, and wireless antennas. Among these three access devices, the wireless network card is basically similar to the Ethernet card, and is mainly used to connect wireless local area networks. Wireless bridges are used to connect network segments, and wireless antennas are used to extend wireless network coverage.

Similar to access methods, wireless networks also include several categories. Under normal circumstances, coverage is divided into wireless personal networks, local area networks and metropolitan area networks (Habibi et al., 2019). Among them, the wireless personal network refers to a small number of connection devices that form a wireless network within a small range. This range is usually within the reach of individuals and typically uses a wireless access technology such as Bluetooth. The regional network is based on cognitive radio. On the basis of technology, Metropolitan Area Network is a network formed on a large number of wireless LANs. The implementation and promotion of this network has a great relationship with the IEEE 802.16a standard in 2003 (Lee et al., 2019). However, regardless of the way in which wireless networks are divided, wireless networks have become a part of today's social life.

# 3. Methodology

## 3.1. Design of an Environmental Monitoring System for Insurance Enterprise Computer Rooms Based on Wireless Sensor Networks

With the increasing degree of social development, it has become the consensus of the society to provide corresponding protection measures for the normal operation of personal life assets and organizations. Therefore, the insurance industry is very developed in today's society whose variety and professionalism are also numerous. However, no matter how the insurance industry is divided, it cannot change the fact that the insurance industry belongs to finance. It is precisely because of this that the vast majority of the insurance industry is centered on numbers. With the advent of computer technology in the last century, digital processing technology has been greatly developed. Therefore, the insurance industry's products gradually use information technology for production operations and processing, that is, the insurance industry has been completely transformed into a virtual digital product, and transactions with customers are also carried out in a virtual way. It is precisely because of this that almost all products, transactions, and customer related information in the insurance industry exist in the form of data information. How to protect the security of these data information has become a major issue for the insurance industry. For the protection of data information, the current major approach is to use related computer software to complete. In fact, hardware devices used to store these data information are also within the scope of data information protection. Therefore, in this paper, when researching the security of the insurance industry based on wireless networks and promoting the development of economic and financial science, a wireless monitoring network is built using the current mature wireless network technology and sensor technology to protect the data center equipment room of insurance companies and prevent the data center equipment room from being affected. The destruction of environmental factors and human factors will further protect the safety of insurance companies' data and information.

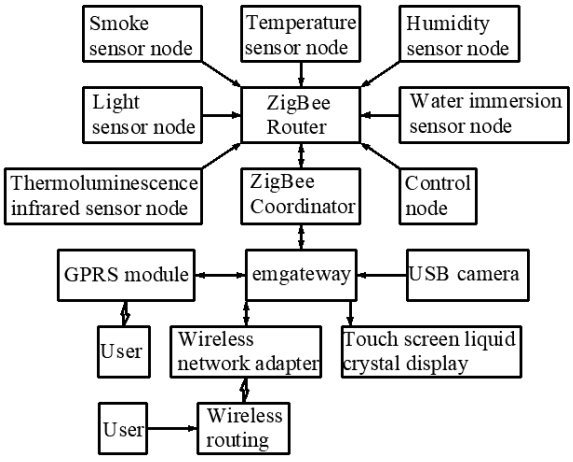



Figure 1 – Frame diagram of hardware platform based on wireless sensor network for computer room environment monitoring of insurance enterprise

The main purpose of this system is to monitor the environment of the insurance company's data center room. The scope of monitoring covers various damages such as light, humidity, fire, flood, temperature and illegal intrusion. The entire system uses sensor technology and wireless network technology as the core. Therefore, the hardware framework of the entire system is shown in Figure 1. Sensor nodes such as humidity, temperature, smoke, light, pyroelectric infrared, and water immersion are form the basis for the monitoring of the center of the insurance enterprise center. These sensor nodes add the control node. The unified control is performed by the ZigBee router, and the *ZigBee* router is connected to the embedded gateway by the ZigBee coordinator. The embedded gateway is the key to the wireless sensor network communication, which connects with various modules of the wireless network, allowing users to monitor the data center room through various terminals. These modules are the environmental monitoring network formed by the sensor network, followed by the illegal intrusion monitoring node consisting of USB cameras, and the third is a touch-screen liquid crystal display. The function of the display is to control the entire monitoring system. The remaining two are two communication modules, the GPRS module and the wireless network card. The function of the GPRS module is to connect the user's mobile communication terminal. For example, the mobile phone device is often be used. The wireless network card communicates with the user's PC through the wireless router. Through this entire wireless sensor network monitoring system, users can conduct real-time monitoring of the data center room through various means such as mobile terminals and PCs, so as to ensure that the insurance company's data information will not be subject to various natural environmental factors and human factors.

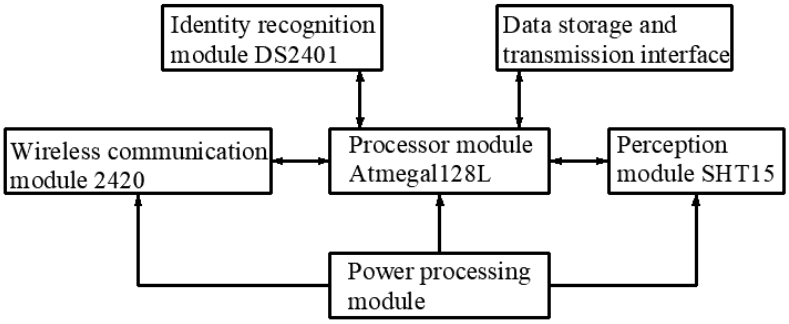



Figure 2 – Sensor node structure

In the entire wireless sensor network monitoring system, the sensor nodes that constitute the monitoring network are the most important part of the system. Therefore, the relevant design is also more important. Figure 2 is a complete sensor node structure. The sensor node consists of six parts. The first is a sensing module, which is mainly responsible for sensing the humidity, temperature, light, pyrotechnics and water generated in the fire, followed by the power management module. The main function of this module is to provide energy for the operation of the sensor, for example, information perception, data processing, and communications. The third is the wireless communication module.

The main function of the module is to communicate with the ZigBee router. The fourth module is the identity identification module. The function of this module is to identify the sensor nodes. The fifth is the data storage and transmission. The interface, the interface and the communication module constitute the communication function of the sensor node. The sixth is the sensor processing module, which is the core of the sensor node. It is responsible for processing the information collected by the sensor node, and transmits the information together with other information such as identity information to the upper node to complete the preliminary computer room.

### 3.2. Design of Wireless Sensor Data Transmission Algorithm in the Environment Monitoring of Insurance Enterprise Computer Room

After building a hardware framework based on wireless network and sensor node room monitoring, related software needs to be designed. In the entire wireless sensor network, except for the necessary hardware devices, the data communication method is the most critical software technology. Data transmission not only determines system integrity, but also determines the efficiency and accuracy of monitoring. In the wireless sensor data transmission technology, the data fusion routing protocol based on the fusion tree is the most widely used protocol. This protocol is also called the TAG algorithm. The algorithm consists of two phases: query distribution and data collection. However, because the algorithm needs to use diffusion algorithms to complete the processing of data redundancy in the data transmission process, the corresponding energy consumption is also particularly high, which is too wasteful for a wider range of wireless sensor networks, so this article is here This algorithm improves.

In the wireless sensor network, the SINK node collects the data collected by the sensor nodes scattered in various places in a reverse tree hop by hop form, and finally forms a SINK tree. In this tree, SINK is the root of the tree, and the source node is the leaf node, so this tree is also called the data fusion tree. When the sensor area detection is performed, the data collected by the sensor node will directly fuse and send data to the destination in its own way, and this node will fuse the data to improve the energy utilization efficiency. However, in order to save energy, two different data fusion trees will be used to simplify the data collection process. The first is to generate an energy-aware spanning tree algorithm. In the tree, the root node is the source node with the highest energy margin, and the remaining nodes pass the energy margin or the distance from the root node. According to the neighboring requirements, the corresponding parent node is formed. After the tree is formed, it becomes a no one. There is a graph which spans all top nodes. In this structure, the node with the smallest identifier is the root node, and the other nodes are connected to it according to the shortest path. Then, in the process of data transmission, the protocol algorithm will require the sensor node to exchange all information including its own identification information with each node configuration information, that is, the number of hops between the selected roots. All nodes use the smallest identifier to determine the shortest path between themselves and neighboring nodes, and update their own configuration in real time.

The structure generated by the energy-aware spanning tree algorithm is the same as that generated by the traditional algorithm. Therefore, the transmission of information is still always the sensor node sends the data information to the parent node, and then

transferred from the parent node to a higher level until the convergence node. In order to reduce the traffic consumption, sensor nodes can fuse their own data, and other nodes connect to the root node in the shortest path. Because the root node not only collects data, but also coordinates the work with the remote receiving end. Therefore, the root node in this algorithm is borne by the node with the largest energy margin. Then the data transmission of the entire algorithm can be illustrated with Figure 3. In Figure 3(a), 8 nodes are connected to each other through different paths. The 8th node has the highest energy headroom. Then the node with the highest energy margin is used as the root node, and the remaining nodes are based on their own selection rights and adjacent nodes. The connection is made and finally Figure 3(b) is formed. Although Figure 3(b) forms a node transmission path, the root node is not the node with the highest energy margin. These nodes also need to select the shortest path again to connect with node 8 and finally form Figure 3(c).

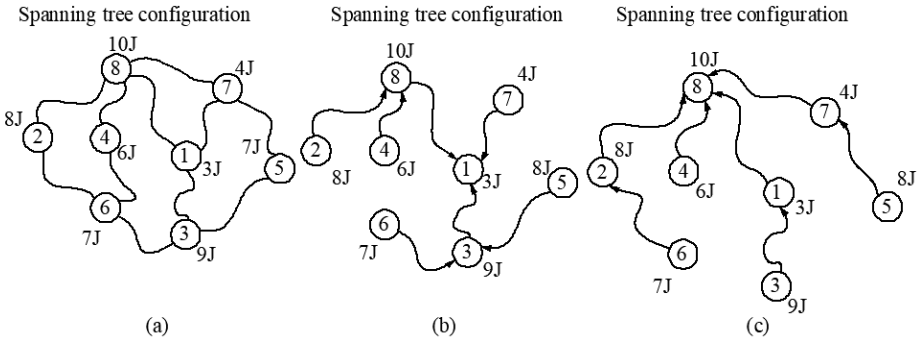



Figure 3 - Connection diagram

The algorithm is implemented by the code shown in Figure 4. $e_n$, $r_n$, $e(r_n)$, $d_n$, $p_n$, $s_n$, $e(p_n)$, $t_{recv}$, $childList_n$ in the figure respectively indicate the energy surplus of the node $n$, the root node ID, the root node energy margin, the distance from the root node, the parent node, and the transmitted Information, parent node energy margin, time of receiving information, and child node list. In the figure, 1~3 are the start message exchanges, and the exchanged areas are limited. 4~7 are the roots of the tree structure to generate data information in a regular period, and reset the nodes connected to the parent node. Lines 8 to 12 update the list of receiving sub-nodes and update it with the highest energy margin. Lines 13-17 are update messages. Lines 18-19 are the comparison between the root node and the receiving node. 20-21 broadcast messages, that is to send data packets to all single-hop neighbors in the network.

## 4. Result Analysis and Discussion

The monitoring system of the insurance enterprise data center equipment room is constructed using wireless networks and sensors. After the data transmission method is designed, the data transmission algorithm and the monitoring system need to be

verified to ensure that both can be applied to the actual situation. First of all, the data transmission algorithm is verified, because the purpose of improving the traditional fusion tree generation algorithm is to reduce the energy consumption, so the experiment compares the energy variance between the traditional algorithm and the Direected Duffusion algorithm. The results of the experiment are shown in Figure 5.

Initialize : Change($n,e_n,n,e_n$,0,0)$\forall\, n \in$ N
GetEspan (node ID $n$, node energy $e_n$, time $t$, timeframe $T$)
1 if ($n$!= event source)
2 return
3 single - hop broadcast $s_n$ and start a timer $P$ that expires every $T$ sec.
4 while true
5 if $P$ expires and ($r_n = n$ or $t > t_{recv} + T$)
6 Chang ($n,e_n,n,e_n$,0,0);
7 Single – hop broadcast $s_n$;
8 if receiving a message $s_i$ from node $i$
9 if ($p_i = n$)
10 add $i$ to *childList*
11 else
12 remove $i$ from *childList*
13 if ($r_i = r_n$)
14 if ($i = p_n$) or ($d_i + 1 < dn$) or ($d_i + 1 = d_n$ and $e_i > e(p_n)$)
or ($d_i + 1 = d_n$ and $e_i = e(p_n)$ and $i < p_n$)
15 Change ($i,e_i,r_i,e(r_i),d_i + 1,t$)
16 else if ($e(r_i) > e(r_n)$) or ($e(r_i) = e(r_n)$) and $r_i < r_n$)
17 Change ($i,e_i,r_i,e(r_i),d_i + 1,t$)
18 if ($e(r_i) > e(r_n)$) or ($e(r_i) = e(r_n)$) and $n < r_n$)
19 Change ($n,e_n,n,e_n,0,t$)
20 if a change if applied
21 single - hop broadcast $s_n$;
Change (node $x$, energy $e_x$, node $y$, energy $e_y$, distance $d$, time $t$)
1 set $s_n$ to ($n,e_n,y,e_y,d$);
2 set $p_n$ to $x$;
3 set $e(p_n)$ to $e_x$;
4 set $t_{recv,n}$ to $t$;

Figure 4 – Distributed energy utilization spanning tree protocol

From Figure 5, it can be seen that with the continuous operation of the sensor network, the energy variances of the sensor nodes under the control of the three algorithms are different. The first is the traditional TAG algorithm. In the first 5 minutes, since the sensor network began to operate, the energy variance shows a rapid upward trend, and after 5 minutes, the energy variance begins to gradually decrease until about 75 minutes. Only about 15 of the energy variance is left. For the Direected Duffusion algorithm, the value of the variance within the first 5 minutes also increases rapidly, gradually decreases from 5 minutes to 15 minutes, and the sensor's energy variance results show a steady

state after 15 minutes, and the change is maintained at around 25 Internal fluctuations. For the improved algorithm of this paper, in the early 15 minutes, the sensor node's energy variance has been on the rise, while the 15 minutes 25 minutes has declined, and then gradually rise and fluctuate within the range of about 40. By comparison, it can be seen that the traditional TAG energy consumption is the greatest, and after the initial energy consumption of the Direected Duffusion algorithm, the energy of the sensor node remains relatively stable. The improved algorithm in this paper also shows this situation, but in terms of residual energy. This algorithm has higher margin than Direected Duffusion algorithm, which shows that the improved algorithm is effective.

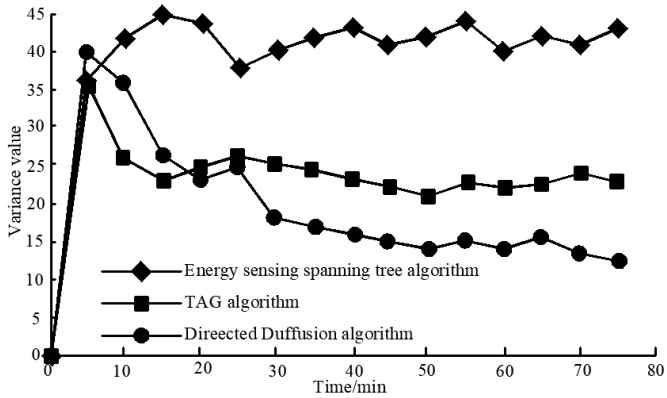



Figure 5 – Variance function of residual electricity quantity of Source Node under three algorithms of WSN

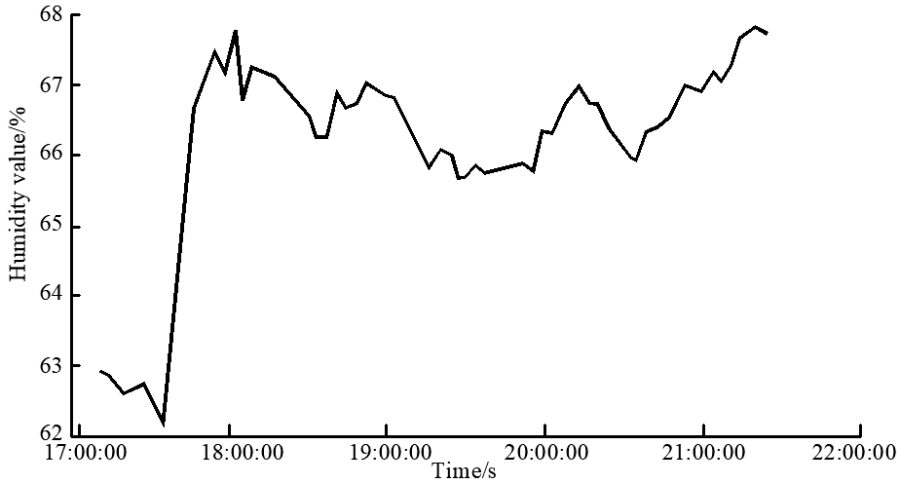



Figure 6 – Wireless sensor network detects humidity value of computer room at a certain time

After verifying the effectiveness of the improved sensor data transmission algorithm in this paper, the system is tested by installing it into the actual environment. The results of the test are shown in Figure 6 and 7. Figure 6 shows the humidity changes in the data center room from 17 o'clock to 22 o'clock. As can be seen from the figure, before 17:30, the humidity in the data center room keeps at a low level, and then it begins to rise. At around 18 o'clock, the humidity reaches its maximum value, which is gradually decreased and remained at the specific range fluctuates. According to the analysis, the temperature dropped gradually after nightfall, and the humidity in the air can only increase.

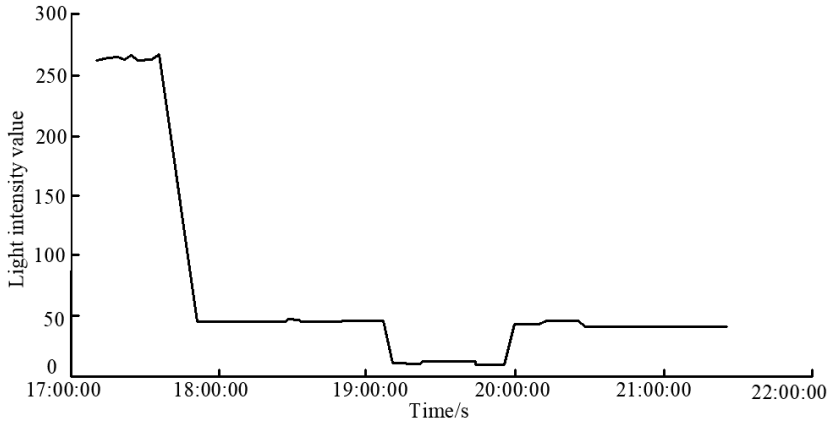



Figure 7 – Wireless sensor network detects light intensity in computer room at a certain time

Figure 7 shows the change in light intensity from 17 o'clock to 22 o'clock in the engine room. Before 17:30, the light intensity in the data center room is maintained at around 260, and the intensity of light is rapidly reduced. At around 18 o'clock, the intensity of light has remained at around 50. This shows that as time progresses, the weather gradually turns black, leading to a rapid decrease in the intensity of light. Except for a brief reduction from 19:00 to 20:00, the intensity of care has remained around 50. In comparison with Figure 6, it can be seen that there is a certain relationship between changes in light and the changes in air and humidity. Through the successful monitoring of the humidity and light intensity of the data center equipment room, it is demonstrated that the monitoring system in this paper is effective.

## 5. Conclusions

The rapid development of information technology has made insurance products such as the financial industry begin to move toward virtualization. As the data center equipment room that stores this virtual product data information has become the key to influencing the normal operation of insurance companies. Therefore, the research on strengthening the insurance industry security is put forward based on wireless network and promoting the scientific development of economic finance. The mature wireless network technology and sensor technology are used to build a system that monitors the environment of

the data center room, and the data transmission algorithm in the monitoring network is improved to reduce the energy consumption in the traditional data transmission process. In the subsequent experiments, it is proved that the improved data transmission algorithm can effectively reduce the energy consumption in the data transmission process, indicating that the algorithm improvement is effective. The monitoring of the humidity and light in the data center room shows that the wireless sensor monitoring system designed in this paper has practicality.

## Acknowledgements

This paper is the stage results of Guangxi First - class Discipline Statistics Construction Project Fund; the project of China - ASEAN Equal Development Research Center of Guangxi University for Nationalities “Research on Poverty Problems and Poverty Reduction Policies in Thailand “(No. PDJ2021-04); the project of National Social Science Foundation of China “ Research on the Construction of Mechanisms for Supporting Entrepreneurship in Southwestern Border Areas and Paths of Realization of Digital Empowerment” (No. 22XJY003); and the project of Guangxi Finance and Economics College of introducing high - level talents to Bo in 2017 (No. BS2019010).

## References

Booranawong, Apidet; Sengchuai, Kiattisak; Jindapetch, Nattha. (2019) Implementation and test of an RSSI-based indoor target localization system: Human movement effects on the accuracy. Measurement, 133: 370-382.

Chandra J V, Challa N, Mohammed A, et al. (2019) Data and Information Storage Security from Advanced Persistent Attack in Cloud Computing. International Journal of Advanced Research, 9(20): 7755-7768.

Chen G, Wu S, Wang Y. (2015) The Evolvement of Big Data Systems: From the Perspective of an Information Security Application. Big Data Research, 2(2): 65-73.

Gutierrez A, Herrera N, Castro L, et al. (2019) Low cost outdoors climate monitoring network using zigbee wireless technology. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E19): 56-68.

HABIBI, Mohammad Asif, et al. (2019) A comprehensive survey of RAN architectures toward 5G mobile communication system. Ieee Access, (7): 70371-70421.

LEE, Ming-Chun, et al. (2019) Throughput–outage analysis and evaluation of cache-aided D2D networks with measured popularity distributions. IEEE Transactions on Wireless Communications, 18(11): 5316-5332.

Liang C, Yu F R. (2015) Wireless Network Virtualization: A Survey, Some Research Issues and Challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(1):358-380.

Liang Q. (2015) Ad hoc wireless network traffic-self-similarity and forecasting. Communications Letters IEEE, 6(7): 297-299.

Mardikaningsih, Rahayu, et al. (2022) Business Survival: Competence of Micro, Small and Medium Enterprises. Journal of Social Science Studies. 2(1): 1-4.

Sánchezhenarejos A, Fernándezalemán J L, Toval A, et al. (2014) A guide to good practice for information security in the handling of personal health data by health personnel in ambulatory care facilities. Aten Primaria, 46(4): 214-222.

Tan J, Liu W, Wang T, et al. (2021) A high-accurate content popularity prediction computational modeling for mobile edge computing using matrix completion technology. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 32(6): e3871.

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

Recebido/Submission: 11/06/2023
Aceitação/Acceptance: 08/08/2023

# The Aesthetic Connotation of "Harmony with the Environment and Giving to People" in Gannan Hakka Dwellings

Xiang Lei*, Yang Liu

**qq59169503@163.com**

College of Design Engineering, Jiangxi College of Applied Technology, Ganzhou, Jiangxi, China

**Pages: 565-572**

***Abstract:*** Residential buildings are carriers of regional culture, products of cultural evolution, and precious cultural heritage. Gannan Hakka traditional dwellings are an important component of Chinese traditional dwellings. Ganzhou Hakka dwellings also carry the profound historical and cultural information of the Hakka family group, showcasing distinct and unique regional cultural characteristics, and possessing rich aesthetic value. However, in the rapidly changing era and urban development process, the number of traditional Hakka houses in Gannan has been continuously decreasing, and the rate of extinction is astonishing. This has had a huge impact and significant impact on the inheritance of non renewable traditional culture. In order to better protect Gannan traditional dwellings and inherit Gannan Hakka traditional culture, it is urgent to conduct comprehensive, systematic, and in-depth research on them. This article explores and inherits the unique value of traditional Hakka dwellings in Gannan, which coexist harmoniously with nature in terms of space, form, and settlement, and extend the cultural context of the residents. Thus, we can gain a deeper understanding of the poetic beauty of its "combination of spirit and form" and "unity of things and myself", and find a foothold in aesthetics for continuing the Hakka bloodline in Gannan.

***Keywords:*** Gan Style Ancient Dwellings; Aesthetic Connotation; Hakka Dwellings; Traditional Chinese Residential Buildings

## 1. Introduction

The unique Hakka culture is an outstanding subculture with ethnic color and regional characteristics under the Chinese Han culture. Studying Hakka culture, we can understand its understanding of beauty. The Hakka people, in their development, continuously pursue an understanding of the laws of life behavior and ways, and their pursuit of truth in life behavior and ways forms the foundation of all their aesthetic ideas. Hakka people particularly focus on examining "beauty" from a practical perspective, so the beauty of Hakka architecture is closely related to real life. By studying the beauty of its architectural form, we will have a deeper understanding of Hakka people's architectural ideas and cultural concepts. Hakka culture is not only an extension of Central Plains culture, but also a product of continuous integration

of various cultures (Yang et al. 2019). The Hakka people, in their development, continuously pursue an understanding of the laws of life behavior and ways, and their pursuit of truth in life behavior and ways forms the foundation of all their aesthetic ideas. Gannan Hakka enclosed houses, with their unique cultural connotations and rich aesthetic meanings, stimulate people's aesthetic emotions, associate them with the background and spirit of the era they are in, and thus evoke emotional resonance among people. The architecture and spirit of Hakka enclosed houses are integrated, and Hakka people's recognition of the architectural spirit makes the architectural style and folk culture shine each other (Long, 2019). The buildings are filled with the cultural atmosphere of Hakka people's intelligence and wisdom. Gannan Hakka enclosed houses have met the physiological and psychological needs of Hakka people over a long period of history, serving as a cultural carrier for Hakka people. Their emergence has a complex historical and cultural background, carrying rich historical and cultural connotations, and fully reflecting Hakka values and worldviews. Hakka walled houses are a crystallization of Chinese culture that runs through ancient and modern times. They are perfect in technology and function, have high aesthetic value in shape, and contain profound cultural connotations.

Dwelling is one of the important symbols of homesickness, and more and more people are seeking to express their nostalgia for their hometown in their dreams. For thousands of years, rural China has been experiencing the largest and fastest urbanization process in human history, with its "warm and distant villages, nestled in the smoke of the countryside". Standing at the forefront of development, it is necessary to properly handle the relationship between protection and development, pay attention to continuing the historical context of the city, preserve the historical and cultural memory of the city, make people remember history, remember nostalgia, and strengthen cultural confidence. Gannan, as an important hub of Hakka people in history and the largest settlement of Hakka people today, has nurtured the Hakka spirit of "unity, diligence, thrift, civilization, and openness" and the brilliant Hakka culture through long-term hard work and entrepreneurship. Among them, Gannan Hakka dwellings are a direct reflection of this culture, blending people's life philosophy, understanding of natural society, and aesthetic consciousness. Showing the characteristics of living by mountains and rivers, living together with the same clan, and living in a simple and orderly way. The research on traditional residential architectural heritage protection technology based on multimedia information technology aims to utilize multimedia information technology to achieve digital preservation, display, protection, and inheritance of traditional residential architectural heritage. Huang utilizes digital technologies such as laser scanning, 3D photography, and point cloud acquisition to accurately and efficiently digitize traditional residential buildings, obtaining complete and detailed 3D information. Process the collected data, including noise removal, stitching, correction, and other operations, to obtain high-quality digital models. Relying on solid-state storage technology, establish a database of traditional residential architectural heritage to achieve classified storage, rapid query, and efficient management of information. Utilize computer image processing, virtual reality, and other technologies to perform virtual restoration and restoration of damaged traditional residential buildings, restoring them to their original historical appearance (Huang, 2016).

## 2. Origin of Hakka Dwelling

Hakka walled houses are a collective term for Hakka dwellings. Hakka walled houses have different common names in different regions: Tulou in Fujian, Tuweizi in Jiangxi, Sijiaolou and Weilou in northern Guangdong, and Weilongwu, Sijiaolou, and Weilou in eastern Guangdong. As a residential building for the survival and reproduction of Hakka people, Hakka enclosed houses have many forms. The construction methods and forms of Hakka enclosed houses are different from those of the ancient Nanyue ethnic group, and are not the traditional "dry railing style" architectural type of the local minority. Instead, they are the inheritance of Han Chinese residential buildings, manors, dock walls, and mansion style buildings in the Central Plains (Zhang, 2021). As early as the Eastern Han and Wei Jin dynasties, the feudal estate economy in the Central Plains developed rapidly. The estate owners owned a large amount of land and livestock, and formed their own armed forces - tribes, servants, and also built defensive fortifications - dock walls. The walls of the fortress are often set up in areas that are both mountainous and forested, and can also be used for agricultural purposes (Tang, 2020). The internal personnel composition is relatively common, taking the form of blood ties and regions, with the clan and the village as the bond of reunion. More importantly, the historical background of Wubi's emergence is consistent with that of Hakka enclosed houses. Therefore, regarding the causes of the enclosed houses, it can be inferred that Wubi may be the predecessor of Hakka enclosed houses. In Luoyang, Henan Province, a large semi underground circular granary site of the Tang Dynasty was also discovered, indicating that ancient times had experience in building circular buildings, which may also be the predecessor of circular enclosed houses.

Throughout history, Hakka people who constantly migrated southward carried the traditional architectural culture of the Han ethnic group in the Central Plains. Under specific historical conditions, they built numerous Hakka walled houses, showcasing many lost or diluted cultural traditions of the Central Plains. Hakka culture has also been showcased to everyone. But there is another explanation for the origin of the walled houses. Although the Hakka people were a specific ethnic group formed by the Han people of the Central Plains who migrated south since the Eastern Jin Dynasty. However, the migration of Hakka ancestors went through a long process that lasted for thousands of miles and over a thousand years, but during one period of time, no surrounding houses were found. It was not until the late Ming and early Qing dynasties that enclosed houses first appeared, because enclosed houses may not necessarily have been inherited from the dock walls. It is a special architectural form formed based on specific environmental needs and combined with traditional Central Plains architecture. Both statements have certain validity, but there is currently no conclusive conclusion.

## 3. The Beauty of Natural Harmony in Gannan Hakka Dwellings

Traditional Chinese architecture generally emphasizes the harmony between humans and nature, hoping to achieve a state of harmony between heaven and humanity through the balance of yin and yang. In architectural construction, in order to achieve the pursuit of Taoism and nature, the first step is to ensure the naturalness of the site selection and architectural colors. As the main birthplace of the Jiangxi style feng shui culture, the Gannan region in China has experienced the emergence of four feng shui masters,

Yang Zeng, Liao Lai, over a long period of historical evolution, which has had an extremely important impact on the construction of houses in the Gannan region (Liu et al. 2019) (Zhao et al., 2023)(Xu et al., 2021). Hakka walled houses are typical residential buildings influenced by Jiangxi style feng shui culture, which exhibit certain cultural connotations in terms of building site selection and material selection. The selection of Hakka enclosed houses places more emphasis on “feng shui”, emphasizing the trend and positioning of the building. In terms of location selection, it relies on the culture of gold, wood, water, fire, and earth, and strictly follows the process of feng shui selection. In terms of site selection, the pursuit of negative yin and embracing yang aims to create a specific “situation”, achieve the realm of Taoism following nature, and fully demonstrate the beauty of harmonious coexistence between humans and nature (Chen et al., 2020) (Fu, 2015) (Wang et al., 2021). Taking Guanxi Xinwei as an example, its layout strictly follows the ancient laws of the Central Plains during the construction process, which is in line with Yang Gongfa. During the site selection and construction process, the construction is carried out according to the direction of the mountain range and the drop of the terrain, exhibiting the characteristics of being close to the mountain, near the water, and facing the sun. And selecting natural materials from the mountainous areas of Gannan for construction, while ensuring natural environmental protection, also creating an atmosphere of harmonious coexistence between humans and nature, is a typical representative of pursuing the beauty of harmony between humans and nature in the construction process (Chen et al., 2018). Taking Guanxi Xinwei as an example, its layout strictly follows the ancient laws of the Central Plains during the construction process, which is in line with Yang Gongfa.

During the site selection and construction process, construction is carried out according to the direction of the mountain range and the drop in terrain. Showing the characteristics of being close to mountains, water, and sunny, and selecting natural materials from the mountainous areas of southern Jiangxi for construction (Yi, 2016). While ensuring natural environmental protection, it also creates an atmosphere of harmonious coexistence between humans and nature, which is a typical representative of pursuing the beauty of harmony between humans and nature in the construction process. The beauty of architectural form is an external manifestation of architectural aesthetics. In the process of constructing Hakka enclosed houses in Gannan, typical hall and mansion buildings from the Central Plains were integrated into the construction of castles and mountain villages. The overall walls of the enclosure are generally thick and tall, and in order to effectively defend, corresponding watchtowers have been set up at all four corners of the enclosure (Bo and Yuting, 2020). Construct a tightly enclosed space that exhibits certain similarities to medieval castles in European society. The use of two symbols with specific meanings, round and square, in Hakka enclosed houses highlights the aesthetic philosophy of "round sky and round place" in traditional Chinese culture.

## 4. Aesthetic Achievements of Gannan Hakka Dwelling

Gannan Hakka dwellings are one of the representatives of traditional Chinese architecture, renowned for their natural and harmonious beauty. These dwellings are usually built on hillsides and integrate with the surrounding natural environment, forming a unique landscape. At the same time, the Hakka dwellings in Gannan are mainly made of wooden

structures, and the building materials are mostly natural materials such as local bamboo, wood, and stone. The use of this material not only harmonizes with the environment, but also expresses the harmonious coexistence between humans and nature (Luo and Wu, 2020). The main feature of Gannan Hakka dwellings is the "three in one" system, which consists of a courtyard, a courtyard, and a well to form a complete living unit. The courtyard is usually the main entrance of a residential building, as well as a place to interact with the outside world and admire flowers and plants. The courtyard is the center of the residential area, serving as a transportation hub that extends in all directions. Here, you can enjoy sunshine and rain, and it is also a place for family gatherings. The well is the soul of the entire space and the most important part of the entire residential area. Here, people can fetch and supply water, as well as warm their living water (Liu et al., 2022) (Hu et al., 2019) (Zhao et al., 2022) (Coggins et al., 2022)

Gannan Hakka dwellings not only feature natural harmony in their design, but also emphasize harmony in their way of life. Relying on the "three in one" structure, residential buildings are usually multi ethnic groups, with harmonious and tacit understanding among family members. In Hakka folk culture, the pursuit of harmony is a concept. People value family and family relationships, local spirit, and respect for nature to express their respect and cherish for life. Overall, the natural and harmonious beauty of Gannan Hakka dwellings is a precious heritage of traditional Chinese culture (Huan et al., 2018) (Yi and Yan, 2019). It represents the outstanding achievements of the Chinese nation's harmonious coexistence with nature and the pursuit of humanistic spirit, and also showcases the diverse and magnificent charm of China's multi-ethnic culture.

The unique Hakka culture is an outstanding subculture with ethnic color and regional characteristics under the Chinese Han culture. Studying Hakka culture, we can understand its understanding of beauty. The Hakka people, in their development, continuously pursue an understanding of the laws of life behavior and ways, and their pursuit of truth in life behavior and ways forms the foundation of all their aesthetic ideas. Hakka people particularly focus on examining "beauty" from a practical perspective, so the beauty of Hakka architecture is closely related to real life. By studying the beauty of its architectural form, we will gain a deeper understanding of the architectural ideas and cultural concepts of the Hakka people. Hakka culture is not only an extension of Central Plains culture, but also a product of continuous integration of various cultures. The Hakka people, in their development, continuously pursue an understanding of the laws of life behavior and ways, and their pursuit of truth in life behavior and ways forms the foundation of all their aesthetic ideas. Gannan Hakka enclosed houses, with their unique cultural connotations and rich aesthetic meanings, stimulate people's aesthetic emotions, associate them with the background and spirit of the era they are in, and thus evoke emotional resonance among people. The architecture and spirit of Hakka enclosed houses are integrated, and Hakka people's recognition of the architectural spirit makes the architectural style and folk culture shine each other. The buildings are filled with the cultural atmosphere of Hakka people's intelligence and wisdom. Gannan Hakka enclosed houses have met the physiological and psychological needs of the Hakka people over a long period of history, serving as a cultural carrier for the Hakka people. Its emergence has a complex historical, social, and cultural background, carrying rich historical and cultural connotations, and fully reflecting the Hakka values and worldview. Hakka enclosed houses are a crystallization of Chinese culture that runs through ancient and

modern times. They are perfect in technology and function, have high aesthetic value in shape, and contain profound cultural connotations

## 5. The Inheritance and Development of Folk Houses

With the development of society and the continuous introduction of new modern building materials, traditional residential building forms have fulfilled their historical mission and are gradually forgotten by people. Although, with the strong promotion and support of national and provincial leaders, residential buildings have been well protected. But our task is not only to protect these ancient folk houses, but also to integrate the essence of Gan style ancient folk houses with modern architectural design. Firstly, it is necessary to vigorously promote the culture of Gan style ancient dwellings through various forms, especially in higher art colleges, vocational schools, and vocational colleges within the province. Corresponding elective or appreciation courses should be offered to not only enable local students to understand the culture of Gan style ancient dwellings, but also to enable students from all over the world to understand, develop interest, and engage in corresponding research. This allows personnel engaged in architectural design and architectural decoration design to have a comprehensive understanding of the background, culture, and characteristics of Jiangxi ancient dwellings. Only on this basis can innovation be carried out. Through investigation, it has been found that art students from various universities in Jiangxi Province have very little understanding of Gan style ancient dwellings, and there is no understanding or research at all. So it is very necessary to carry out this type of publicity and learning. Secondly, vigorously develop the tourism industry, and through tourism, let friends all over the country and even the world learn about Gan style ancient dwellings, and promote this type of culture to Jiangxi, the whole country, and the world. This can not only drive the local economic development, but also showcase the long-standing residential culture of Jiangxi to tourists, promoting cultural exchange. Once again, there are currently few published books and online introductions about Gan style ancient dwellings, and professional designers or amateur enthusiasts cannot find relevant research content. Therefore, we should actively study the structure, architectural elements, architectural culture and other aspects of the discovered Gan style ancient dwellings, systematically and completely sort out these essence, and increase publicity through publishing. At the same time, efforts should be made to excavate ancient dwellings that have not yet been discovered, so that these historical heritages can surface as soon as possible.

## Acknowledgements

The study was supported by the "Harmony Culture" Form of Gannan Hakka Traditional House, Jiangxi Provincial Culture and Art Science Planning Project (No. YG2022139).

## Reference

Bo Z, Yuting H U O. (2022) Research on Spatial Structure and Ancestral Temple Culture of Ancient Villages: A Case Study of Ji'an Area, Jiangxi Province. Journal of Landscape Research, 12(6).

Chen B, Coggins C, Minor J, et al. (2018) Fengshui forests and village landscapes in China: Geographic extent, socioecological significance, and conservation prospects. Urban forestry & urban greening, 31: 79-92.

Chen J, Lin W, Zhang Y, et al. (2020) Village Fengshui Forests as Forms of Cultural and Ecological Heritage: Interpretations and Conservation Policy Implications from Southern China. Forests, 11(12): 1286.

Chen R. (2022) Hakka culture brand image design based on the human–computer interaction model. Frontiers in Psychology, 13: 956615.

Coggins C, Minor J. (2018) Fengshui forests as a socio-natural reservoir in the face of climate change and environmental transformation. Asia Pacific Perspectives, 15(2): 4-29.

Fu J J. (2015) The Construction Features of Traditional Settlements in the Middle Area of Jiangxi Province Basing on the Analysis of Tangyin Town. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2: 69-73.

Hu X, Li H, Zhang X, et al. (2019) Multi-dimensionality and the totality of rural spatial restructuring from the perspective of the rural space system: A case study of traditional villages in the ancient Huizhou region, China. Habitat International, 94: 102062.

Huan D. (2018) Spatial Layout and Morphological Characteristics of the Waterfront Settlements in Northern Jiangxi. Journal of Landscape Research, 10(4): 30-34.

Huang Y. (2016) Research on the traditional residential building heritage protection technology based on the multimedia information technology. RISTI (Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao), (E10): 406-417.

Liu Huan, Chen Huagang, and Zhong Lilai. (2019) Research on the Application of Hakka Traditional Architectural Elements in Restaurant Space Design. Furniture and Interior Decoration, 8(2019)

Liu X, Li Y, Wu Y, et al. (2022) The Spatial Pedigree in Traditional Villages under the Perspective of Urban Regeneration—Taking 728 Villages in Jiangnan Region, China as Cases. Land, 11(9): 1561.

Luo Y, Wu L. (2020) Protection Status and Development Strategies of Traditional Villages in Northwestern Jiangxi Province, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 780(7): 072004.

Tang Fenying. (2020) Research on the Design Method of Hakka Residential Public Space Based on the Suitability of Mountains and Waters - Taking Luhe County as an Example. “Urban Architecture.

Wang Q, Xu Q, Bing H, et al. (2021) Study on Conservation strategy of Historical and Cultural Towns and Villages in Southeast Hubei Based on Ecological View, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 768(1): 012083.

Xu F, Ye X, Xie F. (2021) Architectural Culture Characteristics and Protection Opinions of Typical Tomb Towers in Jiangxi Province, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 719(2): 022053.

Yang Xin, and Tang Chaohui. (2019) A Preliminary Study on the Adaptability of Residential Buildings in the Intersection of Ethnic Cultures - Taking Hakka Residential Buildings in Central Guangdong as an Example. "Southern Architecture 5 (2019): 12-19

Yi L U O. (2016) Value Analysis and Protective Planning of Famous Historical and Cultural Villages: A Case Study of Ancient Sangyuan Village in Jishui County, Jiangxi Province. Journal of Landscape Research, 8(5).

Yi L, Yan Z. (2019) The Interpretation of "Ju Men", "Wen Qu" from Kun Ren Yi of Qing Nang Ao Yu—Also Discuss on the Cognition of the Study of Traditional Feng Shui. Journal of Literature and Art Studies, 9(6): 654-659.

Zhang Shaoyang. (2021) Analysis of the Characteristics of Hakka Cultural Dwellings. "Eastern Collection.

Zhao M, Liang J, Lu S. (2022) Cultural Connotation and Image Dissemination of Ancient Villages under the Environment of Ecological Civilization: A Case Study of Huizhou Ancient Villages. Journal of Environmental and Public Health, 2022.

Zhao Z, Zhang S, Peng Y. (2023) Analysis of Winter Environment Based on CFD Simulation: A Case Study of Long–Hu Sand Feng Shui Layout at Jiangxi Bailudong Academy Complex. Buildings 13(4): 1101.

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

Recebido/Submission: 15/06/2023
Aceitação/Acceptance: 21/08/2023

# A Study on Audience Behavior of Architectural Projection Art in the New Media Era

Huimin Li

**yuanbang617220@163.com**

Department of Arts, Zhejiang Shuren University, Hangzhou, 310015, China

**Pages: 573-583**

***Abstract:*** With the development of modern technology and society, information technology continues to innovate, and living standards are increasingly rising. The public's aesthetic standards for art have also increased accordingly. At the same time as more and more information technology art is emerging in this era. New media art the audience behavior research of architectural projection art in the new media era. Among them, architectural projections based on light, shadow, and color have become widely used in various industries and exhibitions. This study analyzes the application of digital media art in urban image design and planning, and explores the practical application of digital media technology in urban landscape design by analyzing innovative means of urban landscape design. This kind of projection art has won the love of the audience with its strong immersion and stunning viewing atmosphere. In such visual works, light, shadow, and color play an important role in creating an ornamental atmosphere and shaping the style and characteristics of the work. Color and light and shadow are two important artistic expression languages included in such works. They play a crucial role. The research results indicate that the perfect integration of digital media art and urban architecture can not only meet the aesthetic needs of the public, but also shape a good urban image. The use of light and shadow and the combination of colors directly affect the visual effect of artistic works and the success or failure of artists' artistic expression.

***Keywords:*** Digital Media; City; Image; Landscape

## 1. Introduction

Each building forms the external environmental space of the city, forming a unique flavor of each city. However, in the digital age today, the fixed nature of architecture is no longer attracting people's attention, thus triggering the idea of beauty. Due to the ability of projection art to transform buildings in the shortest possible time and with the greatest cost savings, not only can the exterior facade of the building be "renovated", but it can also make the building jump. Therefore, architectural projection is rapidly applied in urban architecture. What kind of design is beautiful? This issue has always been pursued by design aesthetics, and the application of architectural projection in urban architecture will inevitably trigger people's aesthetic activities. Therefore, this article analyzes the application of new media architectural projection in the external environment of cities, in order to explore its aesthetic value in design. Architecture,

as a part of the urban external environment, has not only changed the form of urban architecture through architectural projection art. Moreover, it enriches the formal language of the urban external environment, and architectural projection art is an artistic creation activity that organically integrates technology and art. Having aesthetic characteristics of formal beauty, technical beauty, and functional beauty.

In traditional concepts, architecture is guided by its function. With the advent of the digital media era, people's creative concepts and aesthetic awareness have undergone a transformation. The definition of the beauty of architecture has also undergone changes, with buildings not only endowed with functional attributes, but also endowed with the display attribute of beauty. The application of non-linear narrative methods in new media projection art involves collage, arrangement, and combination of various elements, with images or images projected onto the exterior of the building, changing the traditional external form of the building. People can gain an aesthetic experience of audio-visual integration in this new display form. At the same time, the interactivity of new media is integrated into the expression of architectural beauty, and architecture is no longer a cold object. It begins to interact with people and perform. In the interactive atmosphere, people can more immersively experience the charm of architectural art.

With the advent of the era of digital intelligence, digital information transmission is gradually replacing traditional media, which is an inevitable outcome of social development (Casemajor et al., 2015). In the era of digital media information, new aesthetic, value, technology and design concepts are affecting all aspects of social production and life, including the design and planning of urban image (Buckingham, 2015). The rise and development of digital media art provides infinite possibilities for urban image design, including infinite innovation space and power. The relationship between digital media art and urban landscape design is to some extent based on the aesthetic needs of the public (McQuire, 2021) (Gil, 2019). Traditional urban landscape design advocates functional or morphological design, but the aesthetic level of the public is also changing with the development of the times, and the single function of traditional landscape design is difficult to meet the needs of the public. In this case, digital media art follows gradually applied to urban image design. Therefore, this study analyzes the application of digital media art in urban image design and planning (Williamson and Ruming, 2020).

The concept of interaction design urban design originated in the field of foreign industrial design, and then gradually became a relatively independent discipline through the integration of multiple fields and disciplines, and had a profound impact on the research and development of psychology, cognitive science, behavior, aesthetics, environmental science and sociology (Ampatzidou et al., 2018) (Hatuka et al., 2021). Urban design belongs to the category of environmental aesthetics, and the use of interaction design concepts for landscape design has cross-era significance for the development of the environment. Focusing on the topic of interactive landscape design, the interactive design possibilities, design element analysis, specific design methods, and related theories of urban landscape design are analyzed and studied (Abou Jaoude et al., 2022). Some landscape architects have also carried out a series of practices using the concept of interaction design, which has been successful (Morgan et al., 2018). Therefore, this paper will continue to analyze the application of interaction design concept in urban landscape design, analyze the domestic classic practice cases, and select specific urban

landscape projects for interactive landscape design analysis, put forward design goals and concepts, and finally carry out interactive landscape design for the general peace and special project, and strive to produce an interactive landscape in which people and landscapes are integrated, integrated with each other, full of novelty and meet psychological needs (Farinosi et al., 2019).

## 2. Related Work

In the era of new media, architectural projection art not only has research value in design aesthetics, but also promotes the development of design aesthetics. There are three specific points: (1) the research object of aesthetics is aesthetic activities, therefore, human aesthetic activities also originate from the research category of aesthetic design aesthetics. In the era of new media, the aesthetic form of the public has also undergone a transformation. Architectural projection art meets the aesthetic needs of today's people by reshaping the exterior of buildings. Therefore, architectural projection art has expanded the research scope of design aesthetics. (2) The art of architectural projection has turned our attention to the aesthetic activities of appreciating architectural beauty, guiding people's aesthetic activities, and also guiding the research direction of design aesthetics. (3) In the era of information media, architecture also serves as a medium for urban information through projection art. Architectural design is one of the greatest forms of art and one of the greatest design forms of humanity. Focusing on architectural design from an aesthetic perspective can help us recognize many easily overlooked issues in modern design. Therefore, architectural projection art adds a cross disciplinary approach to the study of design aesthetics.

Janette et al. Studied the application potential of digital media in reading, writing and poetry expression, through the analysis of the relationship between text, image and voice, discussed the role of digital media in presenting voice, image and text, and verified the effectiveness of digital media application in these aspects under the premise of a variety of experience modes (Li et al., 2021; Janette, 2018). When Li h studies the practical teaching application of digital media art, through the discussion of the design concept and expression mode of digital technology, it is proposed that the practical teaching of digital media should pay attention to the reform and construction of professional courses, constantly update the practical teaching content, and form a plan to improve the teaching quality (Li, 2018). In the study of the role of digital media art in mental health, Jamerson j et al. This paper discusses the application of narrative therapy and expressive art therapy in group environment, and illustrates the important role of digital media art in the hearts of citizens and tourists (Jamerson, 2018).

When Mondschein a et al. studied the problem of city image, they pointed out that healthy social psychology and the popularization of information technology will affect the planning and design of the city, and they need to determine specific priorities and planning methods to plan and design the city, so as to create a good city image (Mondschein, 2018). When Sarah Abdullah and others studied the problem of urban image design, they proposed that psychological image is an indispensable theme of urban image, which has an important impact on the management and brand of the city. They also proposed to use the development of new technologies to establish a framework of urban image (Sarah et al., 2015). When studying the construction

scheme of urban design standardization and facilitation, Lei w et al. Proposed to apply 3D digital technology to the implementation of the scheme, integrate urban planning control elements, and establish a 3D urban design platform, so as to improve the overall image and spatial quality of the city (Lei et al., 2016). With the comprehensive promotion of China's socialist new rural construction and the in-depth development of energy conservation and emission reduction, the energy conservation and sustainable development of rural housing has become a very important and urgent issue. This article investigates and studies the energy-saving issues of rural residential buildings in Hebei Province. Based on the climate characteristics of the region, energy-saving technologies such as site selection and positioning of rural residential buildings, energy-saving design of enclosure structures, and passive heating and cooling technology were systematically studied (Xi, 2016). It can be seen that the research at home and abroad mainly involves the application of digital media art in all aspects and the related problems of city image. Related research rarely involves the application of digital media art in urban image design and planning, so this research analyzes the application of digital media art in urban image planning and design.

## 3. Digital Media Art Applied to Urban Image Design

### 3.1. Innovative Means of Digital Media Art Applied to Urban Image Planning and Design

Under the influence of new media art, projection art provides a new way to present the beauty of architecture. At the same time, architecture has become a fixed information medium. Aesthetics focuses on human aesthetic activities. In the context of the new media era, architectural projection art provides new artistic techniques for the external environment of cities and enriches people's aesthetic activities. Therefore, the involvement of architectural projection in the exterior facade of buildings can bring more research value to design aesthetics. As a typical representative of urban image, urban landscape is an important part of the city. Applying digital media art to urban landscape design is conducive to stimulating urban vitality and innovating urban design. The innovative means of digital media art applied to urban landscape design mainly include the use of laser holographic projection technology to innovate urban landscape design, the use of multimedia technology to innovate urban landscape design and the use of interactive experience based urban landscape design. Among them, the laser holographic projection technology includes water curtain projection, wall projection and air projection. The modern water curtain projection system is mainly composed of intelligent digital projection system, digital geometry correction server, synchronous control system, dynamic media broadcast, edge fusion image splicing technology and all fiber network transmission system. It integrates a variety of advanced technologies and can pass the Efficient data transmission achieves complete projection effect; the wall projection in the city is mainly composed of the laser projection system of the outdoor wall, which mainly includes intelligent central control system, laser projector, picture style control matrix technology and customized projection screen.

As an important application of digital media in urban image design, wall projection has a very shocking effect of light and shadow. At present, the forms of wall projection are

rich and diverse. In the past, the indoor 3D projection technology moved to the outdoor, which is warmly sought after and loved by urban residents. Moreover, 3D technology also solves the limitation of having to be equipped with projection curtain, which can form projections through different carriers, including buildings, walls, plants and objects in various urban layouts. One of the typical representatives is the 3D wall show of the opening work of the 2016 Moscow lighting Festival, which not only shocked the audience's visual perception, but also showed its unique charm through the combination of lighting and animation. The air projection technology in the city is a new technology different from the traditional projection, which has unique characteristics when applied to the urban image design. The principle of this projection technology is to use a set of air screen system and a set of projection system for projection, so that the image presented in the air has interactive function. Air projection can achieve strong interactive function, so it can bring shocking visual enjoyment. Its application in urban landscape planning and design has a good effect, which can greatly improve the image of the city. The installation requirements of digital media projectors in cities are shown in Table 1, where the distance between the installation point of projector hanger and the ground is controlled at about 3.5m, the bearing capacity of hanger is more than 20kg, and the area of projection area is about 50m2.

| **The distance between the installation point of the projector hanger and the ground (m)** | **3·5** |
|---|---|
| Load capacity of hanger | >20kg |
| Projection area (m2) | 50 |

Table 1 – Installation requirements for urban building projectors

Using multimedia technology to innovate urban landscape design has changed the aesthetic and thinking way of traditional landscape design to a great extent, integrating a variety of digital media elements into landscape design, the main elements are electricity, light and sound, etc., integrating these elements into urban landscape design can not only enrich the content of landscape design, but also make its content and form contain more and more The digital and intelligent features of can not only bring beautiful visual enjoyment to urban residents, but also create a very innovative image of the city, and create a unique city card. For the innovative design of urban landscape based on interactive experience design, it mainly refers to the landscape design based on user participation experience, that is to say, user participation is the biggest feature of this digital media art applied to urban landscape design. At present, there are many cases in the design of urban landscape, such as an intelligent human-computer interaction runway built in the Philippine capital. This runway mainly realizes human-computer interaction through the participation of athletes. Among them, the intelligent runway equipment realizes the analysis of running data by tracking the movement track of running participants, and improves and improves the service quality based on the data analysis. At the same time, runners can choose running mode according to their own actual situation, or choose the virtual character image of excellent runners as a reference to realize the interactive experience between urban public facilities and users, increase the fun of participants' sports and the fun and entertainment of urban facilities, and play a role in strengthening the body and health in entertainment.

### 3.2. Application of Digital Media Art in Urban Image Planning and Design

With the rapid development of information technology, the application of new media is becoming increasingly widespread. The way people behave and think has undergone significant changes with the advent of the information age. In the context of new media, the form of art is also gradually undergoing innovation, and a new form of artistic expression, architectural projection art, has emerged. New media architectural projection art integrates science and technology with art, adopting a unique carrier that is different from the past and allowing the public to interact with it, directly or indirectly participating in the creation of works. Compared to traditional art that can only passively accept information, new media architectural projection art places more emphasis on people-oriented and public experience, which injects a fresh blood into the art community. At the same time, advertisers and advertisers are constantly seeking new media and forms to attract more attention from consumers. Advertising relies on architectural projection to achieve advertising demands and obtain benefits through multimedia forms. The first part of this topic introduces the background and characteristics of new media architectural projection art.

One of the applications of digital media art in urban image planning and design is to integrate digital media art with urban architectural skin, so as to get a new form of urban landscape design, that is, media architecture. Media architecture requires not only architectural expertise, but also artistic expertise in film and television art, visual communication, media animation, installation art, digital intelligence and other fields. The core goal and value of media architecture is to realize the interaction among urban architecture, urban space and urban residents, so to some extent, urban media architecture can be regarded as an urban art device combined with science and technology. At present, media architecture has become more and more popular in urban landscape planning and design, including the first solar energy transformed media architecture in Chaoyang District, Beijing in 2008, the G20 media architecture complex in Hangzhou, Zhejiang Province in 2016, and so on. Digital media architecture has become a popular trend in urban landscape planning and design. With the development and improvement of LED technology, the glass curtain wall construction of traditional urban high-rise buildings is gradually replaced by the effect of building facade with media. The commonly used technical parameters of urban LED projector are shown in Table 2. LED is mainly used for the design of media building skin to construct the material of city building curtain wall by large-scale characteristic pattern imaging, which can make the skin of city building complex present rich spectral color. In the landscape design and planning of modern cities, a large part of LED media buildings mainly present rich colors, images or dynamic videos through digital media. One of the typical applications is the LED building complex built in Qianjiang New Town, Hangzhou before the G20 summit. In this building complex, the curtain wall at night will present different cultures representing different countries Image or logo, to create a unique image of Hangzhou City, to show the world people's attention to the G20 summit. It is because of the rapid development of media architecture that the aesthetic concept of urban residents is no longer limited. While creating a distinctive and personalized image of the city, it also constantly emphasizes the positive interaction between people and buildings, and focuses on stimulating people's behavior. One of the typical applications is Beijing water cube. The rich color changes of water cube are obtained by collecting all

kinds of emotions expressed by Internet users, such as happiness, anger, sadness, etc. after collection, these emotions are interpreted and composed, and the dynamic changes of color and light variation are mainly presented, finally forming a unique lighting effect.

| Parameter | Number size |
|---|---|
| Working power | AC 175-245V |
| Power source | 72W |
| Color temperature | 5000-6000K |
| Luminous flux | 5040lm |
| Installation height | 8m-9m |
| Average brightness | 1cd/m2 |
| Lamp weight | 10kg |

Table 2 – Urban building LED projector technical parameters

The application of digital media art in urban image planning and design also includes the design of landscape sketches and structures. In the modern urban landscape planning and design, the architectural sketch can best carry the public's feelings for the city. Integrating digital media art into urban landscape sketches can not only create a good image of the city, but also bring visual, tactile, auditory and other sensory stimuli to the public, because in most cases, the public can directly contact with urban structures. One typical application is Monterey, Canada, which has many urban swing devices combined with digital media. Among these devices, there are many kinds of musical instruments such as piano, vibrato and guitar. In the swing process, various musical tones change



Figure 1 – Led fountain design example

with the swing amplitude, and when many people swing together, the music will be more harmonious and beautiful. The application of digital media art in urban image planning and design also includes the application in urban waterscape, including the integration of waterscape and lighting, as well as the design of interactive waterscape wall. In modern urban planning and design, water is often used as an important design element. Using digital media art to design urban landscape can create a unique image of urban waterscape. The typical representative of the combination of digital media art and water is a large-scale lighting water scenery music fountain in a county of Baoji, Shaanxi Province. The design is mainly to integrate LED light belt and LED screen into the fountain. In this way, phoenix image is presented, creating a very infectious urban landscape image. At the same time, there are many cases of interactive water curtain wall, one of which is the landscape interactive water curtain device of 138 degree Park Avenue of Vanke in JiangSu Province. The device is equipped with sensors, which can realize the interaction with the building by scanning the code. If the sensors receive the signal of people entering, the outflow of water will be greatly reduced, giving people a wonderful experience (See Figure 1).

## 4. Case Study

Combined with the application of digital media art in urban image planning and design, this study takes Jingdezhen City as the research object. Jingdezhen city belongs to Jiangxi Province. Jingdezhen is located in the northeastern of Jiangxi Province, in the transitional zone between Huangshan Mountain, Huaiyu Mountain and Poyang Lake Plain, and the border between the northwest and Dongzhi County of Anhui Province. With beautiful natural scenery, Jingdezhen is one of the first batch of famous historical and cultural cities in China, known as the "porcelain capital of the world". There are many famous scenic spots in Jingdezhen, such as kaolin clay mine site, Fuliang ancient county yamen, imperial kiln, Longzhu Pavilion and Chinese Ceramic Museum. Some problems in the existing urban landscape design of Jingdezhen city including the confusion of cultural symbols that can express the characteristics of urban landscape design, the lack of integration with urban characteristics, the single means of urban landscape design and the inadequate use of new media means. Among them, the confusion of cultural symbols that can express characteristics is mainly reflected in the relative complexity of urban cultural symbols in Jingdezhen, and the existing urban landscape system is not perfect. According to the public opinion of Jingdezhen, the existing landscape design is not only difficult to meet the aesthetic needs of urban residents, but also difficult to achieve the purpose of promoting urban image. Therefore, the design of Jingdezhen in urban landscape and The application needs to be strengthened; the lack of integration with urban characteristics is mainly reflected in the fact that Jingdezhen does not integrate local characteristics into its urban landscape design, which results in the tourists unable to clearly understand the local culture and characteristics; in terms of the lack of landscape design techniques and new media means, it is mainly reflected in the fact that the existing urban landscape design system and services in Jingdezhen are relatively single, and the design has no rules and regulations to find, the service function and the design concept do not fit. Some of the existing urban landscape design aesthetics in Jingdezhen is relatively backward, which is difficult to meet the aesthetic needs of the public, largely because Jingdezhen does not integrate digital media art into the urban landscape design, or the application of multimedia digital art in Jingdezhen is

not thorough enough. In this case, Jingdezhen should strengthen the application of digital new media technology in landscape design, constantly seek innovative landscape design, combine art and technology, create a good image of the city as much as possible, and constantly improve the visibility of the city.

In view of the existing landscape design problems of Jingdezhen, this study proposes to fully apply digital media art to the city image construction of Jingdezhen, and innovate the city landscape design of Jingdezhen on this basis. The concept of this innovative design mainly involves the application of digital media art in urban landscape design, the development and improvement of digital information technology, which provides continuous innovation space and innovation power for the design of urban landscape and the creation of urban image. In this innovative urban landscape design of Jingdezhen, digital image processing technology, electronic sensor technology, wireless transmission technology, human-computer interaction technology, LED lighting technology and other high-tech digital means are used to build personalized and customized urban art devices, so as to achieve the shaping of city brand image of Jingdezhen from human-computer interaction, information transmission and other aspects.

Since ancient times, the soil and water of Jingdezhen is suitable for making ceramics. There are many historical relics of Jingdezhen, such as ancient workshops, ancient kiln sites and ancient dwellings in the old urban area formed along the Changjiang River. The old urban area is an important part of the history and culture of Jingdezhen, and has become a very unique urban street landscape. Therefore, we can use digital media art to integrate these with landscape design. In the Old Town Museum design project, taking the figure of old buildings and ceramic production process as the main design element to extract and deform the graphics. The device used for display, see Table 3 for size index. It can be seen from the table that the maximum height of Museum display is 15m, the minimum height is 10m, the maximum width is 3.7m, and the minimum width is 2.5m. The surface of Museum device is waterproof LED display screen. By integrating LED lighting technology into digital media art, we can not only increase aesthetic feeling, but also provide diversified service functions. In addition, the device can realize the interaction with the public. The public can upload photos or videos to the media by scanning QR code. After the screening, the media interface will present the corresponding photos or videos, and the public can complete the interaction or game with the media interface in the designated area.

| Index | Size |
|---|---|
| Maximum height | 15m |
| Widest width | 3.7m |
| Minimum height | 10m |
| Minimum width | 2.5m |

Table 3 – Index of single-piece sail body of sail array device

Similarly, apart from the old urban areas, the application of digital media art can still be used for reference in other areas of Jingdezhen, such as the Imperial Kiln Museum, The Taoxichuan Cultural and Creative Industrial Park and other important buildings and urban landscapes.

## 5. Conclusions

Digital media art provides infinite space and power for architectural projection art. This study analyzes the application of digital media art in the design and planning of architectural projection art. And by elaborating on the innovative planning and design of urban landscape, the practical application of digital media technology in urban landscape design was explored. On this basis, combined with the actual problems of Jingdezhen urban landscape planning design, the integration of digital media art and architectural projection art landscape design is proposed. The research results indicate that in the urban landscape design of Jingdezhen, we can use images of local natural scenery or cultural features displayed on digital media as the main design elements for extracting and converting graphics. The integration of digital media LED lighting technology can not only enhance aesthetics, but also achieve human-machine interaction between the public and the media. Realize the perfect integration of digital technology and urban architecture, and shape a good image of a good city.

## Reference

Abou Jaoude G, Mumm O, Carlow V M. (2022) An Overview of Scenario Approaches: A Guide for Urban Design and Planning. Journal of Planning Literature: 08854122221083546.

Ampatzidou C, Constantinescu T, Berger M, et al. (2018) All work and no play? Facilitating serious games and gamified applications in participatory urban planning and governance. Urban Planning, 3(1): 34-46.

Buckingham D. (2015) Defining digital literacy: What do young people need to know about digital media, Nordic Journal of Digital Literacy, 2015(4): 21-34.

Casemajor N, Couture S, Delfin M, et al. (2015) Non-participation in digital media: toward a framework of mediated political action. Media Culture & Society, 37(6): 850-866.

Farinosi M, Fortunati L, O'Sullivan J, et al. (2019) Enhancing classical methodological tools to foster participatory dimensions in local urban planning. Cities, 88: 235-242.

Gil O, Cortés-Cediel M E, Cantador I. (2019) Citizen participation and the rise of digital media platforms in smart governance and smart cities. International Journal of E-Planning Research (IJEPR), 8(1): 19-34.

Hatuka T, Zur H, Mendoza J A. (2021) The urban digital lifestyle: An analytical framework for placing digital practices in a spatial context and for developing applicable policy. Cities, 111: 102978.

Jamerson J. (2018) Expressive Remix Therapy: Using Digital Media Art in Therapeutic Group Sessions with Children and Adolescents. Creative Nursing , 24(1): 159-165.

Janette, Hughes. (2018) The 'screen-size' art: Using digital media to perform poetry. English in Education, 42(2): 148-164.

Lei W, Ke F, Xiao W U. (2016) Application of 3D Digital Technology in Urban Design: A Case Study of Wuhan City. Journal of Landscape Research, 2016(06): 12-15.

Li H. (2018) Mode and practice of innovation and entrepreneurship education in the major of digital media art design. Ippta Quarterly Journal of Indian Pulp & Paper Technical Association, 30(5): 219-226.

Li W, Feng T, Timmermans H J P, et al. (2020) The Public's Acceptance of and Intention to Use ICTs when Participating in Urban Planning Processes. Journal of Urban Technology, 27(3): 55-73.

McQuire S. (2021) Urban digital infrastructure, smart cityism, and communication: Research challenges for urban e-planning. International Journal of E-Planning Research (IJEPR), 10(3): 1-18.

Mondschein A, Moga S T. (2018) New Directions in Cognitive-Environmental Research: Applications to Urban Planning and Design. Journal of the American Planning Association, 84(3-4): 263-275.

Morgan C, Wright H. (2018) Pencils and pixels: drawing and digital media in archaeological field recording. Journal of Field Archaeology, 43(2): 136-151.

Sarah Abdullah Al-ghamdi, Fahad Al-Harigi. (2015) Rethinking Image of the City in the Information Age. Procedia computer science, 65: 734-743.

Williamson W, Ruming K. (2020) Can social media support large scale public participation in urban planning? The case of the MySydney digital engagement campaign. International Planning Studies, 25(4): 355-371.

Xi R. (2016) Comprehensive Energy Saving Model Design of New Residential Construction in Rural Areas of Hebei Province. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (18A): 152.

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

Recebido/Submission: 08/05/2023
Aceitação/Acceptance: 05/07/2023

# The Effect of Blended Learning in Basketball Teaching in Chinese Universities

Mingtian Li*, Nasnoor Juzaily Bin Mohd Nasiruddin

**falunwen6@163.com**

Faculty of Educational Studies, Universiti Putra Malaysia, Serdang, Selangor, 43400, Malaysia

**Pages: 584-594**

***Abstract:*** With the comprehensive development of basketball education informatization, China's basketball education system has achieved vigorous development. Online courses have gradually entered people's sight. The education reform driven by distance, blended, and online learning, also known as the SPOC model, is innovating. In order to meet the needs of basketball learners, this article creates a subject network course system based on the SPOC database platform. By utilizing basketball resources to assist in planning and optimizing teaching videos, audio, and other means, the implementation work has steadily progressed from a fundamental perspective. By optimizing node integration, the entire subject network course has been constructed. Through testing the transformation mode of basketball education, the system innovation based on SPOC database is successful.

***Keywords:*** SPOC Database; Reform in Education; Learning Driven; Basketball Teaching

## 1. Introduction

With the gradual maturity of various industries in the era of big data, strong technical support has been provided for the research and development of SPOC database basketball teaching platform at the technical level (Badau, 2017). In the field of subject online teaching based on SPOC database platform, China's traditional classroom teaching mode is gradually moving towards online teaching platforms. Especially with the trend of basketball education system reform, SPOC database platform technology has been developed and applied. Utilizing excellent performance in various aspects, it has had a strong impact on the traditional basketball teaching mode (Murray, et al. 2022). With the continuous development of science and technology and the widespread application of multimedia technology, multimedia systems based on computer platforms are gradually being introduced into the field of education. In the process of basketball training and teaching, the application of computer multimedia systems has enriched and innovated the teaching process, achieving good practical results. This article mainly introduces the combination of multimedia systems based on computer platforms and basketball tactical training processes, and introduces relevant methods based on the actual effects of the system (Bing, 2016). The teaching methods of SPOC database platform rely on the Internet for expression and transmission, and use computers as windows to showcase

its powerful advantages in terms of time and region (Wei et al. 2016). If computers are combined with SPOC education innovation reform, technological advantages will be expanded to a greater extent (Wright, 2015).

In today's era of efficiency, the integration of basketball teaching mode and computer creation algorithms is one of the unstoppable trends (Lim et al. 2016). On the basis of integrating SPOC education innovation reform, the application of SPOC database platform technology in SPOC database teaching was studied. Firstly, it includes the creation of redundant data for basketball multimedia teaching clients and the generation of redundant data for algorithm models. Display SPOC database platforms for document management pages, etc. (Zheng et al. 2015). Use BAK language to edit algorithm programs. Microsoft and its Windows Media Encoder aim to capture and integrate technical data, expand its existing basketball multimedia teaching transmission speed, and ultimately ensure teaching quality (Lu et al. 2015).

## 2. Related Work

After entering the 21st century, information technology has developed rapidly. Corresponding to MOOC, SPOC, which came into being under the "Internet plus Education", has been widely used in university discipline teaching. Basketball, as a compulsory course in the training program for students majoring in physical education in universities, plays an irreplaceable role in shaping professional talents such as basketball teachers, coaches, and social instructors, as well as promoting the development of the basketball industry. With the emergence of "Internet plus", the traditional teaching method of basketball theory course has been unable to meet the requirements of the information age, and the technical theory course of sports major has ushered in new challenges and opportunities. In order to better improve the teaching level and quality of basketball theory courses and better adapt to the era of educational informatization. The blended teaching mode based on SPOC will be applied to basketball theory courses in physical education majors in universities, aiming to organically combine traditional teaching mode with SPOC. In the preliminary understanding of SPOC educational innovation and reform technology, it is found that foreign SPOC database platform technology has been applied to online communication, conferences and other fields (Lai et al. 2020). According to the effective data, in the foreign SPOC education innovation and reform SPOC database platform application scope, the application coverage rate for major universities has reached 89.4% (Lu, 2016). In the resources of SPOC education innovation and reform, the high-end teaching experience at home and abroad is gathered (Tang, et al. 2020). In foreign countries, SPOC database platform algorithm has been mature. SPOC database platform technology abroad is the foundation of SPOC education innovation reform, which is far beyond the computer field of our country in algorithm lapping, data link integration and final expression. However, China is still in its infancy. It is necessary to work together and build together through professional and technical personnel.

China's SPOC education innovation and multimedia teaching technology sprang up in twenty-first Century. At present, technological development can only be carried out smoothly only when technology is closely related to the pace of western countries. China's education industry is one of the mainstream cultural industries. The traditional teaching mode should be broken, and SPOC database platform technology should be used. It is

necessary for us to continue to learn the advanced teaching mode and technology of the West to apply SPOC database platform technology to the education industry and then radiated to other industries. On this basis, the characteristics of our country are integrated. Further breakthroughs have been made in the modeling and programming of SPOC educational innovation and reform technology. The trinity of three aspects in theory, technology and practice is achieved.

## 3. Methodology

### 3.1. SPOC Database Platform Model Construction

Construct SPOC flipped classroom teaching mode in basketball professional courses, and compare and analyze it through teaching experiments and traditional teaching modes. Analyze the teaching effectiveness and learning attitude, and provide theoretical basis for the teaching reform of basketball professional courses. Under the SPOC flipped classroom teaching mode, students' basketball theory scores, action skill evaluation scores, action compliance scores, knowledge mastery and application abilities are significantly higher than traditional teaching modes. Under the SPOC flipped classroom teaching mode, students are more active, proactive, conscious, and interested in learning, with higher teaching satisfaction. The SPOC flipped classroom teaching model, as a new teaching model, is suitable for the teaching needs of basketball majors. It can improve classroom utilization efficiency, enhance students' skills, stimulate their learning initiative, and cultivate their ability to think independently outside of class. Based on the SPOC education innovation reform code, the unit data is fitted and collated. If $Q$,$G$ are regarded as the sum of the construction coefficients, then $F_i$ is the number of SPOC database coefficients. $C$ is the number of classes for multimedia teaching. $S$ is the number of SPOC database chains. $V$ represents SPOC's total amount of educational innovation reform. $E'$ stands for the shortest aging value. Through the checking calculation of the following formula, the classification and integration plan of scattered data is obtained.

$$\begin{aligned} &\text{public static void Main(i)} = \text{G - Q} \\ &\text{dynamic d = GetDynamicObject = (Fi + 6 - )V} \end{aligned} \tag{1}$$

In this formula, the main consideration is that after the integration of the material can be completed, the material can be transmitted to the SPOC database platform with balanced resources. Among them, $A$ represents the number of each independent algorithm in the SPOC education innovation and reform technology algorithm. As these algorithms are involved in the overall load, the overall load capacity will also be strengthened. In addition, $Q$ and $Z$ represent the efficiency of their input material, and $v$,$d$ represents the creative coefficient. And once a factor fails, other factors will be supplemented accordingly. That is to explain the formula. The specific formula is as follows:

$$\begin{aligned} &\text{d.A = d.B;} \\ &\text{int i = d + 100;} \\ &A[Q_1 + Q_2] = G \\ &B(Q_1)\ Z_1 - f(v_2, v_1) = Q \end{aligned} \tag{2}$$

The above formulas are mainly the special case when the factor of the algorithm is 0, which is also a reflection of the self-regulation mechanism of the algorithm. $\eta$ represents the factor coefficient, and $k$,$p$ represent the multimedia teaching coefficient. That is to say when the factor value is equal, it is shown that the equilibrium value is reached in the input and output. That is to say, the direction of integrated material and the coverage of teaching content have been able to reach the standard value of teaching in Colleges and universities. On this basis, the next algorithm can be calculated. Therefore, in the process of calculating the efficiency of input factors, it is necessary to consider the guarantee of the ability of output and input materials. While ensuring its accuracy, the efficiency of transmission and the efficiency of algorithm conversion should also be guaranteed. The function expression of integration calculation can be expressed as:

$$\begin{aligned} &\text{string s} = \text{d}(1,2) \\ &(v_0, v_1) = (v_2, v_1)\ \ A = A^{'} \\ &G(v_i, v_{i+1}) = Q(v_{i+2}, v_{i+1}) \end{aligned} \tag{3}$$

After the calculation is completed, the SPOC database platform is used to analyze the theoretical verification model. Through the input of the final calculation value, the frame model is used to detect the accuracy. The structure of SPOC is judged and analyzed, and the SPOC database platform resources based on SPOC education innovation reform are broadcast according to the judgement results. Finally, the screening results of the algorithm are uploaded to the algorithm creation link, and the SPOC database platform information is screened by the algorithm. The final integration is carried out, and the specific process is shown figure 1.

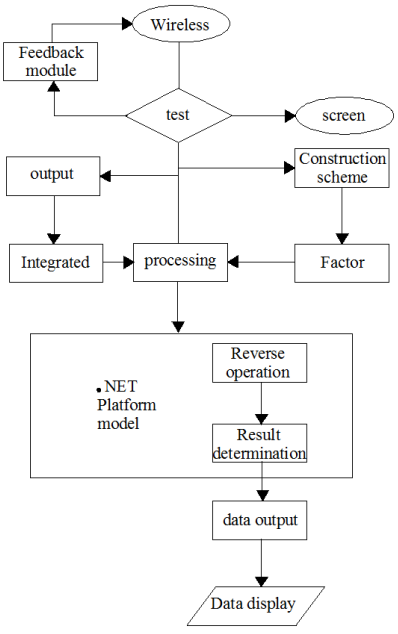



Figure 1 – Design of sports subject network course authoring system based on SPOC platform

### 3.2. Balanced Algorithm for Basketball Education Resource Management

After the establishment of the basketball SPOC education innovation reform model, the next aspect is to consider the integration of the SPOC basketball education reform model and resource management balance algorithm. The entire algorithm is divided into four parts. Including the collection of SPOC education innovation and reform terminal materials. That is to say, based on the textbook model, information data of various comprehensive basketball teaching content is extracted from the teaching factors of various SPOC database platforms. And basic teaching information for each stage, including information provided by the SPOC Education Innovation and Reform Technology Compendium. Secondly, the main task of data creation is to integrate and create information from different basketball teaching courses. Through the effective creation of algorithms, consensus has been reached in various aspects, and the smooth operation of each algorithm has been achieved, providing guarantees for its operation. Finally, import the data into the teaching page of the SPOC database platform. The teaching content and information collected by each algorithm, as well as the requirements of SPOC education innovation reform, are displayed on the overall algorithm results, enabling students to learn through the SPOC database platform terminal and ultimately display them for university use.

| Resource Management Equilibrium Algorithm | Resource Management Equilibrium | | |
|---|---|---|---|
| | Model total data system | Standard neural models | The result of optimization |
| Optimum coefficient | >3.3% | 2.4% | >0.76 |
| Longitudinal coefficient | >7.5% | 3.6% | >0.62 |
| Difference sequence | >8.6% | 7.6% | >0.75 |
| Optimal numerical value | >6.7% | 4.3% | >0.89 |

Table 1 – Design of sports subject network course authoring system based on SPOC platform tables

As shown in Table 1, $K$ is used to represent the total data algorithm of the model and $O$ is used to represent the standard data of the material model in the creation and integration stage of resource balancing optimization selection factors. In this algorithm, a set of models to ensure the accuracy and objectivity is added in the information integration phase. In order to ensure the accuracy of the result, it is necessary to reduce the algorithm error. The design of this link is based on two parameters of $g_i$, $g_j$, and a corresponding probability calculation is constructed. The two parameter can construct a corresponding probability calculation, which is assumed to $K(g_i, g_j)$. After input the corresponding training algorithm, an optimized result $g$ is obtained. The formula used is as follows:

$$\begin{aligned} &(\text{select x}+1).\text{ToArray} \\ &K(g_i, g_j)\ i = 1,2....,n, g_i \in O^m, g_j \in O \end{aligned} \tag{4}$$

In the formula that is used, the optimal coefficient is represented by $G$ , and the standard coefficient is represented by $F$ . The minimum error risk can be obtained and the error can be minimized.

$$K(a)=\int L(g_i,F(g_i,\omega))dF(g_i,g_j) \tag{5}$$

The formula is used as the corresponding predictive function, where *K* represents the set of predictive numbers and *L* represents the optimal coefficient. $f(X\dot{1}\omega)$ indicates the longitudinal coefficient. These data are used to establish corresponding functional relations, and the corresponding difference sequences are obtained. If the corresponding classification problem is encountered, the set function method can be adopted. Assuming that the *D* value is in the region (-1,1), the optimal function is as follows:

$$K(a)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}L(g_i,f(g_j\omega)) \tag{6}$$

The probability of output between the hypothetical algorithm *K* and SPOC database platform algorithm *G* is determined after the optimal value of the whole prediction is determined. Finally, according to a series of optimal numerical integration, the corresponding joint probability calculation is calculated. From the formula 3, it can be known that joint probability can be calculated to minimize the expected risk. Because the joint probability is unknown, there is no way to directly calculate the minimum. However, by using the large number theorem and according to the known training sample set, the arithmetic mean can be used to ensure the accuracy of the scoring results. The flow of each factor entry algorithm is shown in Figure 2.

Secondly, through the calculation and integration of information data, the design process will focus on the SPOC education innovation reform framework and SPOC database platform input factors overlap. In the process of data operation and collection, the SPOC educational innovation reform framework built above is adopted to classify and encode the content from teaching input, which are SPOC education innovation and reform teaching data, upload efficiency data and professional technical data. Through collating the teaching data of SPOC education innovation and reform, the direction of large integration can be drawn. As the headline of every small data, the main task of changing complexity into technical support is carried out. Then the insertion of efficiency data is carried out. The scope of teaching materials for SPOC educational innovation reform is obtained by combining it with the teaching data of SPOC educational innovation reform. As an intermediate link, the design accuracy requirements of SPOC educational innovation reform framework must also meet the principles of algorithm construction and its accuracy must be determined. Finally, the finishing work of this link is carried out, and input of teaching factors is collected. It can be known that By the numbering of computer technology and algorithms, the optimization of resource balance on the basis of SPOC educational innovation is realized and then completed.

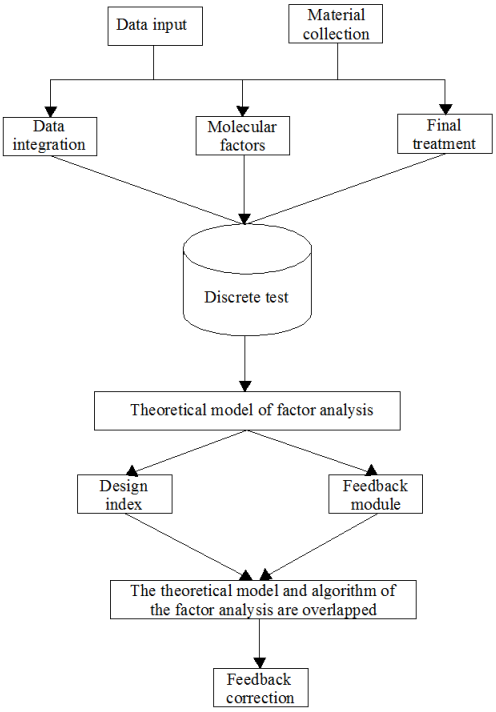



Figure 2 – Design of sports subject network course authoring system based on SPOC data base platform

## 4. Result Analysis and Discussion

After the design of resource balance optimization and selection based on SPOC education innovation reform is completed, the centralized sampling test is done for the data frame structure of the model. In the process of validating the algorithm, the experiment is conducted in a key high school, which is chosen as a special teaching algorithm to reflect the real situation of SPOC educational innovation cluster algorithm in the use process. In order to construct this experiment and prove that our resource balancing optimization SPOC educational innovation reform framework algorithm will optimize the selection of teaching materials, firstly, the SPOC educational innovation reform base and the corresponding algorithm simulation test are used to establish the corresponding relationship. The specific design of the relationship between the database collation structures is as follows table 2.

In the above test, the SPOC database resource balancing algorithm is selected as the basis, which is divided into four cases, which are teaching material, teaching efficiency test, fluency test and overall effect. When these tasks are connected, the performance of the system is tested separately while random sampling of data information is performed. When the design data input is not too much, creative ability priority SPOC education innovation reform, the algorithm for user requests distributed retrieval ability than the

traditional framework algorithm is more fluent. The main reason is that the calculation of SPOC education innovation decentralization coefficient, writing and reading out and distribution increase the burden of load dispatcher and consume additional resources. With the increase of input factors for teaching materials, the performance of SPOC educational innovation reform framework algorithm with priority of screening ability is obviously better than that of traditional framework algorithm. The accuracy of teaching requests from SPOC database platform is obviously higher than that of traditional connection algorithm. The performance of cluster dynamic algorithm of SPOC database platform is also improved obviously.

| | Dynamic Algorithm of Information Platform | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Teaching material** | **Operating speed** | **Overall effect** | **teaching efficiency** | **Design inspiration** |
| Resource leveling algorithm | RL1 | 0.7 | Excellent | 3.2 | 4.2 |
| | RL2 | 0.3 | Excellent | 4.1 | 4.7 |
| | RL3 | 0.5 | Excellent | 2.7 | 5.3 |
| Traditional manual processing | RL4 | 1.3 | 0.7 | 5.6 | 6.2 |
| | RL5 | 2.2 | 1.3 | 6.2 | 7.0 |
| | RL6 | 1.7 | 1.2 | 8.1 | 7.1 |
| | RL7 | 2.1 | 2.3 | 5,2 | 6.8 |
| neural network processing system | RL8 | 0.5 | 1.5 | Excellent | 7.1 |
| | RL9 | 0.7 | 2.0 | Excellent | 6.5 |
| | RL0 | 0.9 | 1.4 | Excellent | 6.1 |

Table 2 – Design of sports subject network course authoring system based on SPOC platform

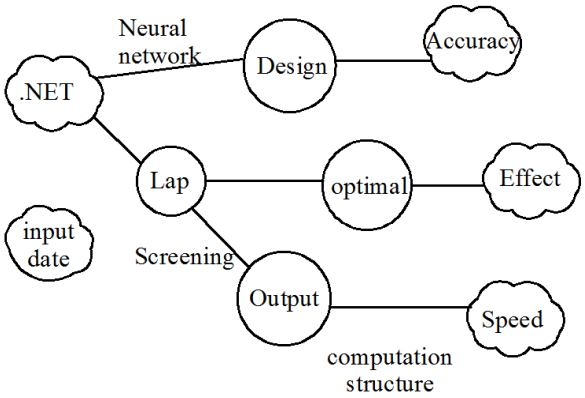



Figure 3 – Design of sports subject network course authoring system based on SPOC platform

The specific SPOC educational innovation reform model is made as shown in the figure. With the increase of input resources balanced and optimized selection factors, the coordinate base of teaching materials is constantly adjusted accordingly. It can be seen

that it is impossible to accurately collect the optimal teaching data without using the optimization algorithm of resource balancing and optimal selection framework. After adopting the optimized algorithm, the whole resource management balancing algorithm can adjust the teaching materials according to the changes with the increase of input design factors, showing that after the optimization algorithm is used, it is easier to be accepted by students than the traditional stereotyped teaching model. The whole diagram can give a more intuitive feeling. With the increase of the number of input teaching materials, the traditional algorithm will reach a peak state when it reaches a certain number. At this time, the utilization rate of each teaching resource reaches the limit in the resource management equilibrium algorithm. In this situation, the expansion of resources for resource optimization and optimization should be considered. By maximizing the screening, more and more available algorithm resources are added to space. At the same time of testing the integration, a part of the data is intercepted in the form of wave graph, as shown in Figure 4.

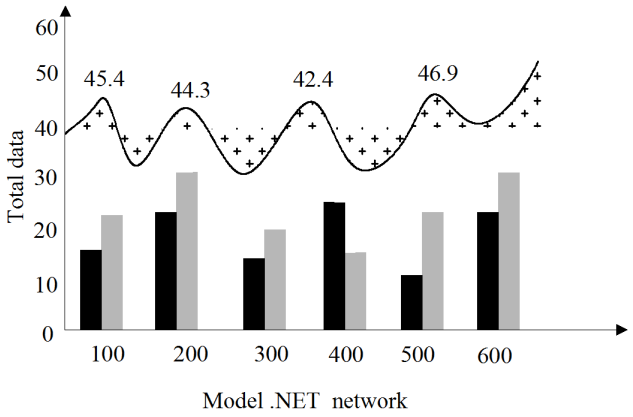



Figure 4 – Sports subject network course authoring system based on SPOC platform

At the same time, during the testing process, the research on the factors of constructing SPOC education model driven by distance, mixing and online learning was statistically analyzed. fter checking, it is found that with the acceleration of the running speed of the design resource management balancing algorithm, the overall performance of its collection of data creation ability is superior. As shown above, it is impossible to intuitively judge whether a creative array is up to par during the same period of creation. However, with the linear change of subject management materials, resource management balancing algorithm can meet the needs of students in the integration of creative materials. The rationality of SPOC educational innovation and reform teaching program under the optimization mode of creative teaching can be expressed optimally and the rationality of creating mixed design tasks can also achieve the design purpose of this paper. Therefore, in creating complex SPOC education innovation reform data screening aspects, the resource management balancing algorithm can select the most suitable teaching mode among the huge database. At the same time, in the creation of multimedia technology problems, very strong creative ability can also be shown.

## 5. Conclusions

With the rise of China's internet industry, various fields of the internet are rushing into this trend. The teaching technology teaching model represented by SPOC basketball education innovation reform can demonstrate its advantages in this context. On this basis, the development of SPOC basketball education innovation and reform platform can replace the traditional basketball teaching mode and fundamentally improve the quality of teaching. This article studies the design of a SPOC basketball database computer network course teaching platform for big data. In terms of technology and concept, it provides a set of practical theoretical and practical basis for China's education industry. This article applies the algorithm of multimedia teaching technology for basketball computer input. According to the indicative standards and specifications of the data obtained by each algorithm, output the information data to the SPOC basketball database platform for information. After receiving the data, it is digested and created in the model, ultimately constructing the entire collection model. In this process, the SPOC basketball database platform was used to analyze theoretical algorithms and algorithms, enabling the selection of the best creative materials from a large number of creative programs. Then outputting this model to major universities for investment can replace the traditional model and provide students with a better learning atmosphere.

## References

Badau D. (2017) The educational impact of implementation the education through adventure discipline in physical education and sports academic curriculum, 21(3): 108-115.

Bing W. (2016) Application of multimedia system in the training of basketball tactics. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (18B): 24.

Hu P, Han Z, Fu H, et al. (2016) Architecture and implementation of closed-loop machining system based on open STEP-NC controller. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 83(5-8): 1361-1375.

Lai C C, Shih T P, Ko W C, et al. (2020) Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. International journal of antimicrobial agents, 55(3): 105924.

Lim C, Kang M, Lee S. (2016) Design and implementation of a collaborative team-based cloud storage system. Journal of Supercomputing, 72(9): 3428-3442.

Lu R, Zhao X, Li J, et al. (2020) Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. The lancet, 395(10224): 565-574.

Murray C J L, Ikuta K S, Sharara F, et al. (2022) Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. The Lancet, 399(10325): 629-655.

Tang N, Li D, Wang X, et al. (2020) Abnormal coagulation parameters are associated with poor prognosis in patients with novel coronavirus pneumonia. Journal of thrombosis and haemostasis, 18(4): 844-847.

Wei Q, Luo C, Zhang J. (2016) Design and Implementation of Farmland Prescription Fertilization System Based on WEBGIS and Target Yield Model. Ifip Advances in Information & Communication Technology, 368: 491-497.

Wright P M. (2015) Implementation and outcomes of a responsibility-based continuing professional development protocol in physical education. Sport Education & Society, 20(3): 398-419.

Zheng Z, Cheng J, Peng J. (2019) Design and Implementation of Teaching System for Mobile Cross-platform. International Journal of Multimedia & Ubiquitous Engineering, 10(2): 287-296.

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

Recebido/Submission: 14/06/2023
Aceitação/Acceptance: 16/08/2023

# The Role of Green Finance in Promoting Regional Low-Carbon Transformation

Xueyao Li, Wei Theng Lau*, Siong Hook Law

**lwtheng@upm.edu.my**

School of Business and Economics, Universiti Putra Malaysia, 43400, Serdang, Selangor, Malaysia

**Pages: 595-608**

***Abstract:*** This paper conducts a comprehensive, in-depth and systematic study on the development of green finance at home and abroad and the practice of relevant literature, and collates the relevant content. This paper mainly uses the knowledge of economics, finance, accounting and financial management to summarize the development status of green finance supporting circular economy. Circular green development is a development model that emphasizes resource conservation and environmental protection. Its core idea is to achieve sustainable development by promoting resource recycling and reducing environmental pollution. In order to support circular green development, it is necessary to construct corresponding support systems and conduct development strategy analysis. This article constructs a corresponding support system and analyzes development strategies based on the circular green development of the economy. It introduces the current situation of green finance supporting circular economy in China. Finally, it is proposed to improve green finance laws and regulations, improve green finance support mechanism, improve investment and financing channels, accelerate Financial innovation, and actively promote supports circular economy.

***Keywords:*** Circular Economy; Green Finance; Credit Support

## 1. Introduction

As a development model advocated by sustainable development. In the process of developing circular economy, green finance has an irreplaceable role (Kazancoglu et al., 2018). Whether it is the design of the institutional framework and policy system, or the popularization of the concept of green finance, there is still a lot of work to be done (Rigamonti et al., 2017). In order to achieve green and low-carbon development, we need to take a series of measures. Firstly, it is necessary to strengthen the formulation and implementation of laws and regulations, promote enterprises to adopt environmentally friendly technologies and clean production methods, and reduce environmental pollution. Secondly, it is necessary to strengthen the guiding role of economic policies, encourage enterprises to carry out circular economy activities, promote the effective utilization of resources and environmental protection through policy measures such as tax incentives, financial support, and green finance. In addition, it is necessary to strengthen technological innovation, promote the research and application of circular economy related technologies, improve resource utilization efficiency and environmental

protection level (Guo et al., 2017). In China, with the increasingly prominent contradiction between economic development and resource environment, circular economy, as a green and low-carbon development model, has become a necessary path for China to actively adjust its economic growth mode. (Heyes et al., 2017). The development of green finance is the main direction for deepening financial reform, and it is also an important task and accelerate the reform of the financial supply side (Nobre et al., 2017). The government has also taken a series of incentive measures to encourage enterprises and individuals to adopt a green and low-carbon development approach. For example, the government has introduced relevant tax incentives to encourage enterprises to adopt energy-saving technologies and environmental protection equipment, and provides financial subsidies to enterprises engaged in waste recycling (Pagotto eta l., 2016). In the process of circular economy development, it is necessary to introduce third-party specialized guarantee institutions to provide collateral for green finance loans. Reduce the financing costs of enterprises and enhance their confidence in investing in green industries. At the same time, a green finance loan risk compensation "fund pool" will be established with financial investment, providing policy support such as risk compensation, interest discounts, rewards, and emergency lending. The inbound industrial enterprise projects are specifically coordinated by financial institutions, and the green finance loans issued can be applied for re loan support from the People's Bank of China. The loan interest rate fluctuates slightly on the basis of the re loan interest rate, effectively reducing the financing cost of green industry projects (Milios et al., 2018). Governments at all levels should accelerate the construction of green industry projects, enterprise public information sharing platforms, and financing comprehensive credit service platforms. Ensure standardized and highly transparent collection and disclosure of enterprise information, facilitate banks' access to open and transparent green industry information, and provide sufficient reference basis for credit decision-making (Dong et al., 2018).

The financial risk of green finance has become a practical issue in the management process of public hospitals. Therefore, Wan2g proposed a financial risk warning model for debt management in public hospitals based on data mining. On the basis of previous research, this paper briefly introduces the theories of financial risk warning and data mining. It introduces the three data mining techniques used in this article and provides the design process of an early warning model (Wan2g, 2016). As China's green finance development is still in its infancy, there is still a lot of work to be done, whether it is the design of institutional framework and policy system, or the popularization of the concept of green finance (Wen et al., 2015). Developing green finance can promote the transformation of economic growth patterns. Traditional economic growth methods often rely too heavily on natural resources, leading to excessive resource consumption and environmental damage. Green finance can promote the transformation of economic growth towards green and sustainable development by investing in areas such as environmental protection and energy conservation, and improve the quality and sustainability of economic growth (Iacovidou eta l., 2017). In this paper, the process of green financial support for accelerating the transformation of economic growth patterns and promote the sustainable development of the national economy has very important theoretical and practical significance (Haupt eta l., 2017). At present, it is urgent to improve the policy system, organization system, credit management and financing channels of green finance to support circular economy so as to provide a strong financial guarantee (Su et

al., 2013). The core of circular economy lies in the recycling of resources. It emphasizes reducing the generation of waste as much as possible in the production, circulation, and consumption processes, promoting the reuse and utilization of resources, and achieving the maximum utilization of resources (Wieser et al., 2016). At the same time, circular economy also focuses on reducing energy consumption and environmental pollution, improving production efficiency and resource utilization efficiency through technological progress and innovation, and reducing negative impacts on the environment (Delgado et al., 2015). The realization of circular economy requires the participation and efforts of the entire society. The government should formulate relevant regulations and policies to guide and encourage enterprises, consumers, and individuals to participate in the circular economy, and provide necessary financial support and tax incentives. Enterprises should actively adopt clean production technologies, improve resource utilization efficiency, reduce waste generation, and carry out technology and product research and development related to circular economy. Consumers and individuals should establish a green consumption concept, reduce waste, use resources reasonably, and actively participate in the classification, recycling, and utilization of waste (Veleva et al., 2017).

In the context of the world economy and global financial integration, economic financialization and the increasing financial assets of social assets, finance has an extremely important strategic guiding role in the economic and social development of countries around the world (Vega et al., 2016). At present, China's financial system reform has entered a very critical stage. How to adapt to the trend of sustainable financial development around the world, seize opportunities and meet challenges has become very necessary and urgent (Bresso et al., 2014). Enterprises need to invest funds and technology to improve production processes, improve resource utilization efficiency, and reduce waste generation; The government needs to invest funds to build facilities related to circular economy and dispose of waste; Consumers need to invest in purchasing environmentally friendly products and energy-saving equipment. In addition, the development of circular economy also requires policy guidance and support. The government can guide and encourage enterprises and consumers to participate in the circular economy and promote its healthy development by introducing relevant regulations, tax incentives, and financial subsidies (Goodall et al., 2014).

## 2. Materials and Methods

This paper studies and formulates the guidance of green finance to support the development of circular economy, clarifies the overall objectives, standards and scope of circular enterprises, as well as the responsibilities and obligations of financial institutions (Fujii eta l., 2013). We should improve the voice of Finance in the decision-making of green industrial restructuring, spatial distribution, scientific and technological innovation, and give full play to the role of green finance in optimizing the allocation of resources, preventing and controlling environmental risks, and guiding enterprise behavior (Sun et al., 2015) (Freeman et al., 2016) (Rehman et al., 2013).

Commercial banks introduce environmental safety, energy conservation and environmental protection requirements in credit supply and business operations, and

increase support for environmental protection and energy-saving enterprises and projects, as shown in Figure 1.

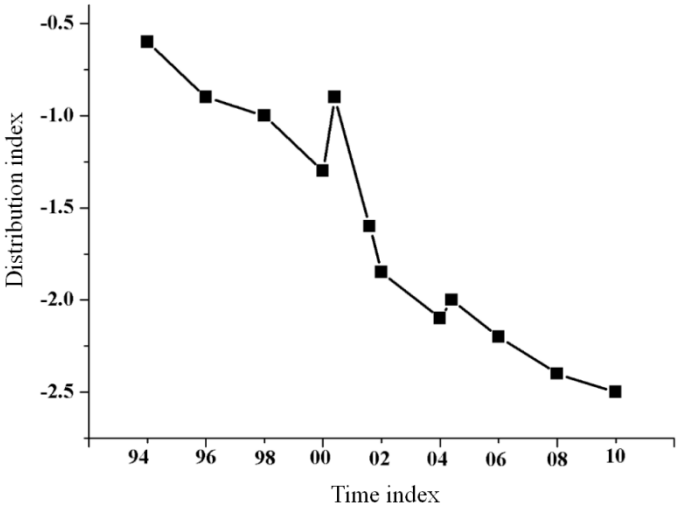



Figure 1 – Commercial bank green credit issuance

With regard to the implementation of the Equator Principles by commercial banks in the past year, we can understand that the green credit business of commercial banks is getting more and more on the right track, and its influence is also growing. As shown in Table 1, Figure 2 and Figure 3.

| Types of section | Complete practical identification and classification | Due diligence | With money | Total project investment (100 million yuan) |
|---|---|---|---|---|
| A | 4 | 1 | 1 | 23.18 |
| B | 5 | 2 | 1 | 24.61 |
| C | 1 | 1 | 1 | 22.44 |

Table 1 – Progress of project financing business for commercial banks applying the Equator Principles

As the core of a country's economy, finance plays a central role in guiding resources and optimizing allocation. The more developed a country's finance is, the more efficient its resource allocation is, and the more it can promote economic development. The development of circular economy based on resource conservation and environmental protection requires the joint efforts of the government, enterprises, consumers, and society. The government should formulate relevant regulations and policies to guide and encourage enterprises and consumers to participate in the circular economy, and provide necessary financial support and tax incentives. Enterprises should actively adopt

clean production technologies, improve resource utilization efficiency, reduce waste generation, and carry out technology and product research and development related to circular economy. In this context, foreign scholars first put forward the concept of green finance. Second, green finance is also called low carbon. financial. It is the general term for various financial trading activities and financial system arrangements aimed at reducing greenhouse gas emissions. From the current international practice. Green finance mainly includes the following two aspects: On the one hand, direct financial support can be provided to enterprises that are environmentally friendly through green credit, green securities, and green insurance. On the other hand, financial derivatives such as carbon financial transactions or financial markets can be used to limit greenhouse gas emissions, as shown in Table 2 and Figure 4.

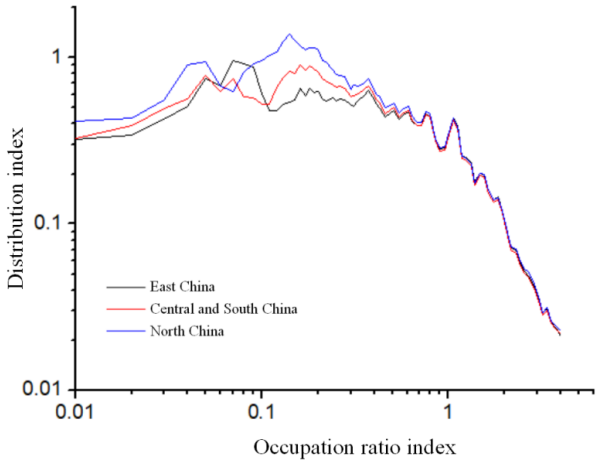



Figure 2 – Commercial bank's project financing area for the Equator Principles

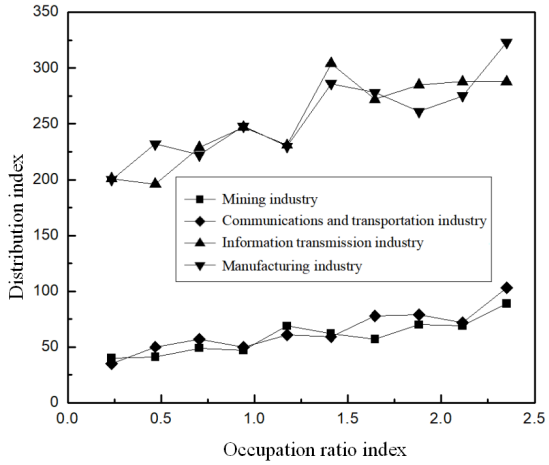



Figure 3 – Commercial bank's project financing industry applying the Equator Principles

| | Loan balance | Proportion (%) |
|---|---|---|
| Building materials industry | 16542 | 25.94 |
| Chemical Industry | 16842 | 25.54 |
| Power Industry | 13545 | 21.54 |

Table 2 – Two high industry loan data

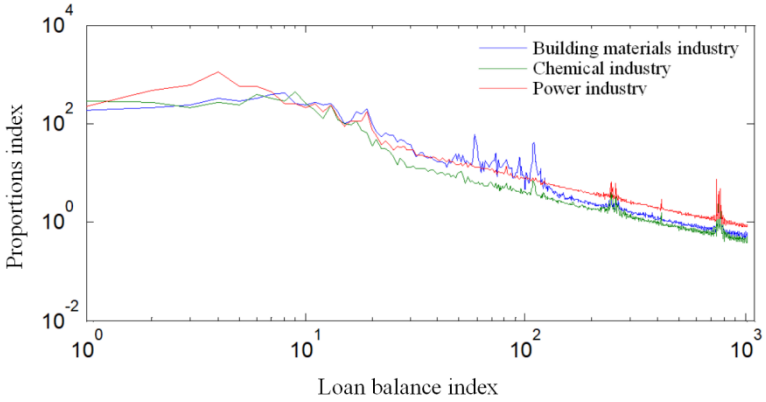



Figure 4 – Two high industry loan data

The circular economy promotes with the technological advancement of resource conservation and eco-efficiency. The proportion of resource reproduction industry and environmental protection industry is increasing. At the same time, resource productivity will replace labor productivity as an important indicator of industrial structure upgrading. At present, the existing financial system blind spots and credit policy defects are important factors economy industry. Therefore, it is necessary to coordinate and integrate the relationship between different interest groups in the operation of circular economy. The rational allocation of social resources and wealth will bring the ecological environment and basic resources into the market as production factors. Clarify the relationship between the environment and the basic resources, and stipulate its trading and compensation mechanisms to achieve the interactive development of the financial ecological environment and the development of circular economy. We should guide more commercial comprehensive financial institutions to actively participate in the development of green industries and the integration of industrial chains by means of government-banking-enterprise symposiums and special promotional meetings.

## 3. Result Analysis and Discussion

The evaluation index system must be able to fully reflect all aspects of the system, among the subsystems, among the components and between the subsystems and components, both interrelated and independent, so it should reflect the system and hierarchy. The multi-level characteristics of the development of circular economy lead to the requirement of diversified financing methods, and different levels of circular economy system have different financing needs. At the enterprise level, because the enterprise

belongs to the micro-economic subject in the competitive market, the benefit target of production is clear. It is most necessary to supplement its technological transformation or new ecological technology production projects with financial support, so its investment and financing channels and ways are more complex and diverse. This means that the direction of technological progress has shifted from the pursuit of improving labor productivity to improving resource productivity, from labor-saving technological progress to resource-saving technological progress. This technological innovation process will inevitably require strong financial support for technology development, production process transformation, and equipment purchase. At the same time, liberalize the entry barriers for financial institutions and encourage more private lending companies to provide financial services for the development of green economy. The higher the level of economic development in a region, the higher the demand for financial services by residents, and the greater the market demand for financial innovation. The more active the economic development, the more contacts with the outside world, and the greater the demand for diversified financial services. Obviously, the selection of such indicators takes into account the theory of demand-based financial innovation. At the social level, because the circular economy has obvious publicity and externality, only relying on national financial support and policy financial support can achieve the purpose of sharing risks and sharing benefits.

In accordance with the requirements of the new Equator Principles, commercial banks publish at least one year of experience and results in implementing the Equator Principles to stakeholders. From the HSBC website, we can check the financing situation of HSBC, as shown in Table 3 and Figure 5.

| Project | Quantity | Amount (ten thousand US dollars) |
|---|---|---|
| Licensing transaction | 154 | 4856 |
| Lend | 124 | 4035 |

Table 3 – HSBC's financing situation

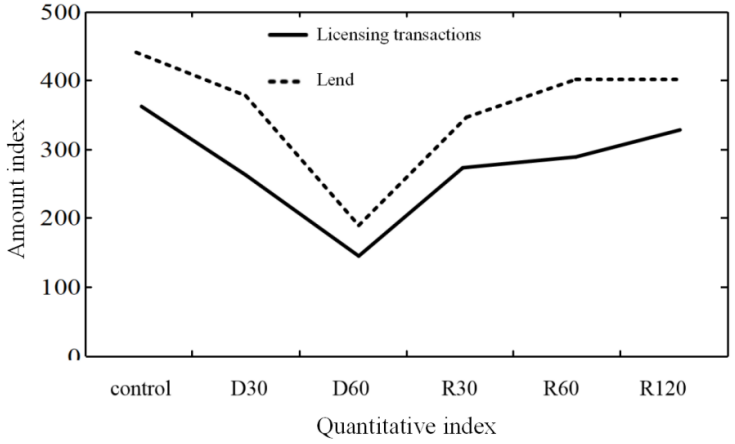



Figure 5 – HSBC's financing situation

The survey unit can determine the single factor evaluation vector. The respondents can select the producers, consumers, and related experts to form a judging panel and use the form of questionnaire survey.

$$O_t = f\left(\sum_i T_{li} - \theta_l\right) \tag{1}$$

And the evaluation object can be rated as the membership degree of f.

Based on the weights and the evaluation matrix, the following comprehensive evaluations are made:

$$F_P = \left(P_A - P_B\right) A_P \tag{2}$$

Among them, FP represents a generalized synthesis operator, and the commonly used synthesis operators have a weighted average type and a main factor prominent type.

Whether by using its own advantages or the advantages of stakeholders, the ultimate goal of the evaluation subject is to maximize their own advantages. Available planning model:

$$I_\omega \ddot{\delta} = F_r d - K_\omega \dot{\delta} - C_\omega \delta - K_1 e\delta \tag{3}$$

$$P_S - P_A = \frac{\rho}{2C_q^2 A_1^2} Q_1^2 \tag{4}$$

Evaluation matrix:

$$U = RI + L\frac{dI}{dt} + E \tag{5}$$

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)\mathrm{C}(s)}{1 + G(s)\mathrm{C}(s)H(s)} \tag{6}$$

Judgment matrix normalization:

$$f' = af + b \tag{7}$$

Judgment matrix approximate feature vector:

$$f'_{\max} = C_{mult} \cdot f_{avg} \tag{8}$$

The importance of the p-th indicator relative to the d-th indicator is given by equation (9):

$$p = P \cdot \frac{sh\left(\alpha \cdot \frac{L_a - x}{d}\right)}{sh\left(\alpha \cdot \frac{L_a}{d}\right)} - \frac{4R_f}{\pi\alpha^2 E_a} \tag{9}$$

Let the criterion layer be that the weight of the index in T is Tr for the criterion layer r, and the weight of the criterion layer K for the target layer r is Kr, then the total weight of the indicator Gr is as follows:

$$G_r(s) = \frac{K_r}{1 + T_r s} \tag{10}$$

The normalized weight set corresponding to each indicator or factor is cell. The results of the comprehensive evaluation are:

$$cell_{ps-n_s} = \underset{n, n \neq cell_{ps-1}, \cdots, cell_{ps-(n_s-1)}}{\arg\max} \left( \sum_{m=1}^{\mathrm{M}} P_{f-n_m} \right) \tag{11}$$

According to the "final importance degree", the indicators in each level are compared in pairs, and the judgment matrix is constructed; thus, the indicators are hierarchically sorted to obtain the index weights, as shown in Table 4, Table 5, Figure 6 and Figure 7.

| **Financial security** | **Proportion** |
|---|---|
| The number of lawyers accounts for the proportion of the total population | 1.64 |
| Science and technology expenditures account for the proportion of fiscal expenditure | 2.69 |

Table 4 – Financial security layer judgment matrix and hierarchical ordering

| **Financial ecological environment construction** | **Proportion** |
|---|---|
| Capital investment in financial ecological environment construction | 2.541 |
| Credit engineering construction | 2.182 |

Table 5 – Financial ecological environment construction layer judgment matrix and hierarchical single sort

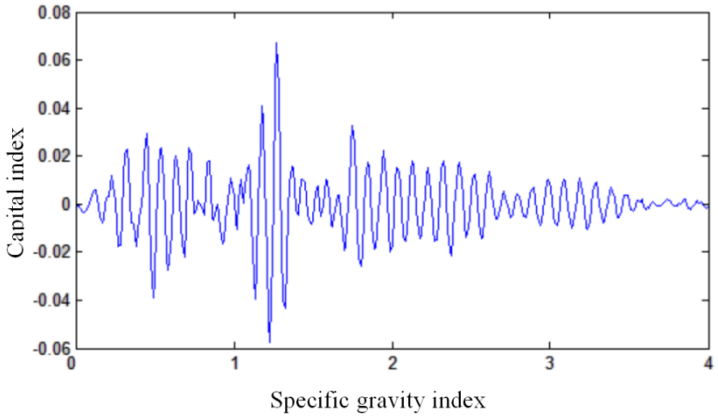



Figure 6 – Financial security layer judgment matrix and hierarchical ordering

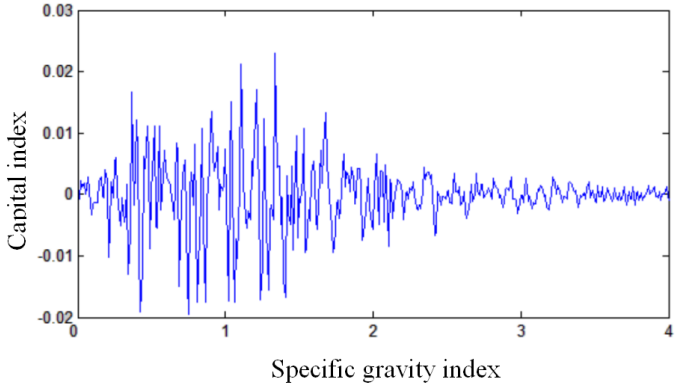



Figure 7 – Financial ecological environment construction layer judgment matrix and hierarchical single sort

The deepening of China's marketization process and the expansion of macroeconomic scale, the country's fiscal means and tax leverage have weakened the ability to regulate the macro economy. The financial means based on the market mechanism has increasingly strengthened the guiding role of the macro economy. Standardize the development of non-bank financial and intermediary service organizations, actively develop loan insurance companies and venture capital companies, and fund direct financing activities of securities organizations. Helping to carry out technology promotion and consulting services to provide credit guarantees for credit institutions to provide sufficient credit. The circular economy, which is premised on resource conservation and environmental protection, is largely supported by financial support. The added value of the green financial industry refers to the value newly created by all the resident financial institutions of the country (or region) through the production activities related to the circular economy

within a certain period of time. This includes the sum of labor remuneration, production tax, depreciation of assets and operating surplus owed to the circular economy production activities. High-tech, energy-saving enterprises are generally emerging industries, the development prospects are not clear. For the sake of preventing credit risks or gaining short-term benefits, most banks have adopted prudent or restrictive credit policies for the above industries. Not only the total amount of credit granted is small, but also the interest rate rises and the guarantee conditions are harsh. In combination with ecological construction and environmental protection, ecological funds and financial products and derivatives for environmental protection should be established. To meet the diversified financial needs of various market entities, fundamentally solve the contradiction between the demand of enterprises and financial products.

Financial innovation activities rely on higher degree of economic monetization and financial development level to support, generally speaking, the higher the level of financial deepening, the more active financial innovation activities. At the same time, avoiding the risk of interest rate and price changes is also one of the driving forces of financial innovation activities. Up to now, the state has not yet issued a green credit policy with low interest rate as the core. There is no relevant supporting policy for the listed financing of circular economy enterprises, and no industrial green investment fund. Financial means to serve the development of circular economy are limited to increasing credit input, giving preferential interest rates and restricting credit to polluting enterprises. No special preferential measures for comprehensive green financial support for circular economy covering banks, securities and insurance have been formulated. In accordance with the principle of “differentiating treatment and maintaining pressure”, the credit quota for resource-saving and environment-friendly enterprises should be increased, and the indicators of energy conservation and consumption reduction, resource recycling and pollutant discharge should be included in the loan approval system. Explore the implementation of a structured differential interest rate policy and rediscount policy to support the rapid development of the green economy. In the early empirical research on financial development and economic growth, it was the most commonly used surrogate measure of financial deepening. As there are no statistics on the money supply in various provinces (municipalities, autonomous regions) in China. The ratio of total financial institution deposits to regional GDP can be used as an alternative indicator, roughly reflecting the degree of economic monetization in a region. This indicator is mainly to investigate the scale of financial support for banks in a certain region to develop green recycling-related production activities. The greater the proportion, the higher the level of green financial support.

## 4. Conclusions

The green financial system can provide financial support for circular economy projects by providing financing methods such as green loans, green bonds, and green funds. These funds can be used to support the development of renewable energy, environmental protection industry, ecological protection and other fields, promote the effective utilization of resources and reduce waste. The green financial system can guide social capital and attract more funds to the field of circular economy. By providing investment opportunities and policy incentives, attracting more social capital to participate in

circular economy projects, expanding the scale of the circular economy industry, and promoting its rapid development. This article establishes a corresponding evaluation index system based on the actual situation of green finance supporting the development of circular economy. The indicator system should include indicators from multiple aspects such as economy, environment, and society to comprehensively evaluate the effectiveness of green finance in supporting the development of circular economy. Use Analytic Hierarchy Process to determine the weights of each indicator. By constructing a judgment matrix, compare each indicator in pairs and calculate the weights of each indicator. Both the hierarchical fuzzy comprehensive evaluation method and the hierarchical fuzzy integral evaluation method are effective evaluation methods that can be used to evaluate the development status of circular economy. By comparing and analyzing the evaluation results, we can further understand the actual situation of green finance supporting the development of circular economy, and provide reference for the formulation and implementation of relevant policies. The evaluation results can verify the level of green finance supporting the development of circular economy. The high evaluation results indicate that green finance has played a positive role in supporting the development of circular economy. It should be noted that when conducting fuzzy comprehensive evaluation, full consideration should be given to the actual data of each indicator and the definition of evaluation level, and appropriate membership functions and methods should be selected for fuzzy operation. In addition, in order to improve the accuracy and credibility of the evaluation, multiple methods can be adopted for evaluation, comparison, and analysis.

## References

Bresso M. (2019) EU investment needed to develop â€˜urban circular economy €™. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 22(4): 278-81.

Delgado-Aguilar M, Tarrés Q, Pèlach M À, et al. (2015) Are Cellulose Nanofibers a Solution for a More Circular Economy of Paper Products? Environmental Science & Technology, 49(20): 12206-12213.

Dong L, Zhang H, Fujita T, et al. (2019) Environmental and economic gains of industrial symbiosis for Chinese iron/steel industry: Kawasaki's experience and practice in Liuzhou and Jinan. Journal of Cleaner Production, 59(59): 226-238.

Freeman R, Yearworth M, Preist C. (2016) Revisiting Jevons' Paradox with System Dynamics: Systemic Causes and Potential Cures. Journal of Industrial Ecology, 20(2): 341-353.

Fujii H, Managi S, Kaneko S. (2017) Decomposition analysis of air pollution abatement in China: empirical study for ten industrial sectors from 1998 to 2009. Journal of Cleaner Production, 59(18): 22-31.

Goodall R L, Dunn D T, Pattery T, et al. (2014) "Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China": Combination of "Energy-saving "and "Environment-friendly". Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 69(7): 1938-44.

Guo B, Geng Y, Ren J, et al. (2020) Comparative assessment of circular economy development in China's four megacities: The case of Beijing, Chongqing, Shanghai and Urumqi. Journal of Cleaner Production, 162: 234-246.

Haupt M, Zschokke M. (2017) How can LCA support the circular economy?—63rd discussion forum on life cycle assessment, Zurich, Switzerland, November 30, 2016. International Journal of Life Cycle Assessment, 22(5): 832-837.

Heyes G, Sharmina M, Mendoza J M F, et al. (2017) Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies. Journal of Cleaner Production, 177(10 March 2018): 621-632.

Iacovidou E, Velis C A, Purnell P, et al. (2017) Metrics for optimising the multi-dimensional value of resources recovered from waste in a circular economy: A critical review. Journal of Cleaner Production, 166: 910-938.

Kazancoglu Y, Kazancoglu I, Sagnak M. (2018) A new holistic conceptual framework for green supply chain management performance assessment based on circular economy. Journal of Cleaner Production, 195: 1282-1299.

Milios L. (2018) Advancing to a Circular Economy: three essential ingredients for a comprehensive policy mix. Sustainability Science, 13(3): 861-878.

Nobre G C, Tavares E. (2017) Scientific literature analysis on big data, and internet of things, applications on circular economy: a bibliometric study. Scientometrics, 111(1): 1-30.

Pagotto M, Halog A. (2016) Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry: An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential. Journal of Industrial Ecology, 20(5): 1176-1186.

Rehman F, Majeed W S A, Zimmerman W B. (2013) Hydrogen Production from Water Vapor Plasmolysis Using DBD-Corona Hybrid Reactor. Energy & Fuels, 27(5): 2748-2761.

Rigamonti L, Falbo A, Zampori L, et al. (2017) Supporting a transition towards sustainable circular economy: sensitivity analysis for the interpretation of LCA for the recovery of electric and electronic waste. International Journal of Life Cycle Assessment, 22(8): 1278-1287.

Su B, Heshmati A, Geng Y, et al. (2013) A review of the circular economy in China: moving from rhetoric toimplementation. Journal of Cleaner Production, 42(3): 215-227.

Sun M, Yang X, Huisingh D, et al. (2015) Consumer behavior and perspectives concerning spent household battery collection and recycling in China: a case study. Journal of Cleaner Production, 107: 775-785.

Vega-Quezada C, Blanco M, Romero H. (2016) Synergies between agriculture and bioenergy in Latin American countries: A circular economy strategy for bioenergy production in Ecuador. New Biotechnology, 39(Pt A): 81-89.

Veleva V, Bodkin G, Todorova S. (2017) The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy: Lessons from Biogen's "Zero Waste" journey. Journal of Cleaner Production, 154: 517-529.

Wang S. (2016) Financial Risk Early Warning Model of Public Hospital Liability Management Based on Data Mining. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (18A): 282.

Wen Z, Meng X. (2015) Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. Journal of Cleaner Production, 90: 211-219.

Wieser H. (2016) Beyond Planned Obsolescence: Product Lifespans and the Challenges to a Circular Economy. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society, 25(3):156-160.

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

Recebido/Submission: 02/06/2023
Aceitação/Acceptance: 04/08/2023

# The Communication Strategy of Brand Advertising in the New Media Era

Zhenzhen Li[1,2*], Nurul Ain binti Mohd Hasan[1], Nor Azura Adzharuddin[1], Megat AL-Imran Yasin[1]

**gs58930@student.upm.edu.my**

[1] Faculty of Modern languages and Communication, Universiti Putra Malaysia, UPM Serdang, 43400, Malaysia

[2] College of Culture and Media, Huanghuai University, Zhumadian, Henan, 463000, China

**Pages: 609-619**

***Abstract:*** There are still many problems in the current process of brand advertising dissemination, which require relevant personnel to adopt scientific and reasonable strategies to solve. Especially with the rapid development of new media technology. Due to the current inability of internet public opinion dissemination to keep up with the development progress of new media on the internet, and the inability to obtain official recognition of the authenticity of online information, new media can easily mislead the public. In the process of brand communication advertising, it is necessary to achieve large-scale brand dissemination through precise advertising placement. In addition, the widespread application of art and creativity should also be strengthened, and brand communication should be achieved through innovative forms. Relevant personnel also need to further explore the psychological needs of the audience, further improve brand effectiveness, and achieve widespread dissemination of the brand. The article mainly studies the new media communication strategies of brand advertising for reference and reference by relevant professionals.

***Keywords:*** New Media Environment; Brand Advertising; Control; Research

## 1. Introduction

New media is an emerging form of media, with significant advantages in brand advertising communication compared to traditional media. Currently, new media technology has developed rapidly, and brand advertising can be effectively disseminated through new media to achieve widespread advertising. Analyzing the current actual situation, more and more enterprises have fully realized the important value and significance of new media. Through new media, brand advertising can be fully disseminated, and most enterprises have changed their traditional media communication methods and used new media for advertising promotion. So, this requires progressive research on the application of new media technology in the process of brand advertising communication. This has significant value and significance for achieving the healthy and stable development of the advertising industry. In the current era, new media provides a good communication

platform for brand advertising, but at the same time, new media still presents many problems in spreading brand advertising. Especially in the process of brand advertising dissemination, new media technologies are often abused. This has led to various advertisements flooding every corner of people's lives. Advertising is ubiquitous and constantly present, which can easily lead to people's aversion to advertising. In addition, for some portal websites, the length of their main text is very small, less than 20%. More than 80% are advertisements. At the same time, portal websites also have a large number of windows that often pop up, which has a serious impact on people's normal access to information. People often watch movies, videos, and so on. However, when watching videos, advertisements are often embedded in key areas, which affects the audience's viewing emotions. The abuse of new media leads to a serious sense of rejection towards advertising, which often has a negative impact on brand image promotion.

With the popularization of the Internet, a series of brand advertising issues are flooding people's lives and vision. The traditional centralized monitoring mode is no longer able to coordinate such a large branch of computer network. It is necessary to establish a network security firewall for brand advertising (Ghosh and Lerman, 2017). The computer network brand advertising communication system studied is applied to the monitoring of independent computers in different geographical locations and any external devices. It is an effective way to ensure network security and citizen information security, and has a decisive role in the occurrence and containment of cases (Matthes, 2017). The focus is to transform centralized monitoring systems into distributed systems to effectively share the pressure and hidden dangers brought by massive network information (Zhang et al., 2016).

Based on internet protocols, the system can be designed and analyzed based on the evaluation results of JAVA. The brand advertising communication system in each region was classified and classified, and the entire classification was classified through a reasonable plan. Regions with excessive data flow were summarized (Nan et al., 2016). Then introduce the distributed model into it and input it in stages around the distributed processing algorithm, in order to facilitate the input and acquisition of the above algorithm results. A formal network communication scheme was proposed (Bruns et al., 2016). The above rounds of choices will fundamentally compensate for the shortcomings of centralized processing in the Windows+SQL model in previous modes, thereby improving the processing capability of the monitoring system, fundamentally solving dataset problems, and improving the overall performance of streaming processing in the monitoring system (Katherine et al., 2016).

## 2. Related Work

The further development of new media will bring significant challenges and crises to the brand communication work of enterprises. Among them, negative reports from new media may lead to significant economic losses or major crises for the enterprise. After years of brand advertising and promotion, some companies with good image will be severely negatively affected in the negative coverage of new media. For example, before the 2015 evening event, most viewers were not able to understand the issues and defects of the Land Rover Evoque transmission. However, due to new media, the issue of Land Rover has received widespread attention from the public, and after the occurrence of

the Land Rover Aurora incident, official Weibo and official website have issued apology statements. However, the audience did not accept an apology, and many people even continued to post a large number of negative comments on Weibo. This has led to a continuous decline in Land Rover sales in the Chinese sales market, which has had a serious negative impact on the healthy development of the enterprise.

The existing computer network public opinion dissemination system is inefficient, and it is extremely prone to collapse in the areas where data are too concentrated, causing confusion, runaway and so on (Sohn and Geidner, 2016). Based on this defect, computer technology is applied to the centralized monitoring mode, to disperse the flow, to reach the distributed flow monitoring state, and to disperse the pressure in the highly complex network area, and spread it into the regional monitoring system with less load (Jerit et al., 2016). The distributed monitoring system is applied to a section of the region, which can carry out effective methods of effective evacuation and improve the efficiency and reliability of the monitoring system in the region (Abate and Myers, 2017).

The research results indicate that the characteristics and brand awareness of radio advertising have a significant impact on the audience's advertising perception (Li D., 2020). The integration of the distributed monitoring system can further improve the adaptability of the generated SNMP protocol and target on the premise of completion of the regional monitoring model (Campus et al., 2016). The centralized theoretical basis is the soil generated by the computer network public opinion transmission system, which can be applied in one direction and can be expressed in this direction. The integration of distributed network public opinion transmission system can be the best performance of the SNMP protocol for the adaptability of the existing soil, so that the distributed computer network public opinion transmission system designed by the final design has more control energy and precision for the huge flow.

## 3. Methodology

### 3.1. Strategies for Brand Advertising Communication Using New Media

In the current process of brand advertising communication, enterprises should achieve accurate positioning based on the actual situation and achieve brand communication through precise advertising. Currently, in people's daily lives, new media has become an important tool, such as WeChat, QQ, WeChat, Weibo, etc., which is widely used by people. Therefore, advertising companies or businesses can use it as an important promotional tool. For example, Weibo can promote everyone to become self media, and everyone can evaluate various brands. So, invisibly, it can have a promotional effect on the product, which can encourage the majority of enterprises to increase brand promotion and promotion through new media and self media. For example, WeChat software can achieve one-on-one interaction. This can facilitate the formation of good connections between enterprises and users, as well as accurately categorize users and target various advertisements. At the same time, enterprises can use digital broadcasting, mobile television, and other services on subway buses for advertising promotion based on the actual needs of different customers. In the context of new media, it is required that major enterprises seize the development opportunities of the times, utilize various new media platforms to strengthen brand advertising communication, and establish targeted

advertising communication strategies. Only in this way can we adapt to the trend of the times and cope with complex market environments, thereby gaining more market share, enabling enterprises to gain an advantageous position in the fierce market environment, and achieve healthy, stable, and sustainable development of enterprises.

At the beginning of the design of the Internet public opinion dissemination program, it analyzes the causes of network information transmission links during the peak period and the cause of the chaotic code, and provides the basis for the public opinion information control model. Using the mainstream new media to integrate the retrieval link, the blocking factors are collected in the traditional allocation scheme, and then the calculation model is calculated by the computer input algorithm. According to the indication standard of each algorithm, the information data is input into the allocation improvement scheme, and the model is digested after receiving the data. Finally, the construction of the whole collection model is completed. In this process, the mainstream new media distribution scheme is used to build the program. First, through the operations of the formulas, the distribution plan data is obtained and the big titles are encoded. Second, the specific code is used to classify the data of the assigned allocation scheme, and the mainstream new media is used to automatically regulate it so as to provide the premise for the next work. Based on this, the SNMP allocation scheme is coded, and data mining technology is applied for finishing. $S$ is regarded as the location value of wireless network access point, group is the number of wireless access points, and $\dot{p}$ represents the location of wireless access point. Through the calculation of the following formula, the classification and integration scheme of wireless network access points is obtained.

$$\begin{aligned} S &= ip\ access\text{-}group\ 100 + group100 + \dot{p}^{\,0.8} \\ S_i &= group100 + \dot{p}^{\,0.8} \end{aligned} \tag{1}$$

In this formula, considering that after the material integration is completed, the mainstream new media transmission mode can be transmitted to the network logical hierarchy fairness system, and the maximum traffic will be used for the operation. $J$ represents the number of each independent algorithm in this mainstream new media access system. As these algorithms are entered into the overall framework structure, the overall load capacity will also be strengthened. In addition, $S''$ and $a$ represent the expressiveness of their assigned material input nodes, to ensure that if a node fails, other nodes will make corresponding supplements, that is, the flow of protection for the formula, as shown in the following formula:

$$S : (1-S) \times S^2 + a \times \sqrt{S}\, \frac{S''}{S'' \sum a_i + a^2} \tag{2}$$

After being alone in its optimal node coefficient, the final solution of the mainstream new media is finally determined. The $V$ in the next form represents the coefficient of the wireless access point, and $T, U$ represent the deviation value coefficient of the access point. The numerical value of $W'$ is assumed to be 0, which represents a network

congestion in some area. At this point, the following equation will be run. Through the calculation of the network deviation factor, the occurrence node of the next line problem will be determined, and the node position of this part can be obtained. In order to further carry out effective operations, and to solve the problems that have arisen, the specific calculation formula is as shown in formula (3) below:

$$V' = 0$$
$$V(xi) = U_i^{\,2} + \frac{T_i}{T^{0.8}} - \frac{2T_i}{U_i} \tag{3}$$

In order to ensure the normal operation of this algorithm, this paper uses the XML-SOAP northbound module to judge its structure, and according to the results of the judgment to filter the design content of this paper. The distribution plan required by the distribution plan is optimized by the optimization strategy. Under the premise that all preconditions are satisfied, the filtering results of the algorithm are finally uploaded to the algorithm processing link in a packaged form, and the algorithm is used to screen the information of the allocation solution unit, and finally the integration processing is performed. The specific flow is as shown in the following figure.

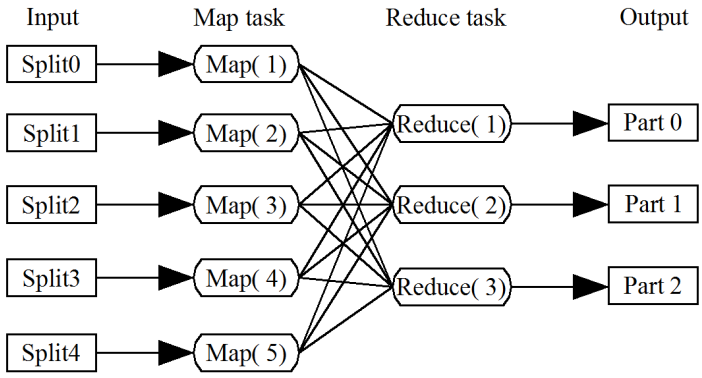



Figure 1 – The communication mechanism of network public opinion under the new media environment

### 3.2. Brand Update Communication Methods

Many traditional advertisements simply promote products or brands. Even if the advertising content stimulates the viewer's desire to purchase during playback, it will ultimately lead to unsuccessful transactions due to reasons such as inconvenience in purchasing and reduced desire over time. But in the era of new media, internet technology can be used to build a conversion platform for advertising and purchase pages. Enable real-time purchasing channels for the audience who view advertising content, achieving direct conversion between advertising effectiveness and economic benefits. In the era of new media, various technologies are constantly developing and advancing. When

advertising, big data can be used to accurately measure consumers' consumption habits, preferences, and abilities. Then use certain technical means to classify the advertising content. Guided by big data measurement results, push different types of advertising content to different entities. To truly achieve customer-oriented marketing and strive to maximize the value of advertising. Through the effective processing of the algorithm, after reaching a consensus in all aspects, the smooth operation of each algorithm is realized and the operation of each algorithm is guaranteed. Finally, it is imported into all mainstream new media pages, and the mainstream new media computing model and information collected by each algorithm and the composition requirements of the distribution plan are displayed on the overall algorithm results.

| **Information integration phase** | | | **Time scheduling algorithm** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Factor | Accuracy rate | Resonant adjustment | efficiency | Overall effect | Remarks |
| Time scheduling algorithm | 97.8 | commonly | 0.89 | excellent | accuracy rate |
| | 98.2 | secondary | 0.97 | commonly | recognition correction |
| | 99.1 | secondary | 0.95 | excellent | transition curve |
| Traditional inverse algorithm | 99.8 | excellent | 0.88 | excellent | Consider stability |

Table 1 – The communication mechanism of network public opinion under the new media environment

As shown in Table 1, in the process of integration and control of network public opinion control program factors, this paper uses *XY* to represent the total model data algorithm, and $J$ to represent the standard data of the TCP time flow model. This algorithm adds a set of models to ensure the accuracy and objectivity in the information integration stage. In order to ensure the accuracy of the results, it is necessary to reduce the algorithm errors and correct them. The design of this section first constructs a corresponding probability calculation through two parameters *XY*, assuming *N*(*XY)*, and after inputting the corresponding training algorithm, an optimal result *J* is obtained. The formula used is as follows:

$$J_i(i) = \frac{Y^4 - \sqrt{d^2 - 1}}{X^2 - \sqrt{d - 1}} - \frac{Yd^2}{X} \tag{4}$$

Using this formula, J is used to represent the best coefficient, and *x* represents the standard coefficient. It can not only get the minimum error risk, but also minimize the error. And at the same time of operation, the advantages of intelligent system can be shown. When encountering erroneous data, it can be re-entered by correcting the original data transformation data.

$$J(x) = x_i^{\,2} + x\sqrt{x_i^{\,i-1}} \tag{5}$$

Use formulas to make corresponding prediction functions. $J(u)$ represents the network public opinion control value set, $L$ represents the optimal coefficient, $n$ represents the vertical factor. Use these data to establish the corresponding functional relationship and obtain the corresponding difference sequence. If we encounter the corresponding classification problem, this paper can adopt the method of the aggregate function, assuming that the $d$ value is between (-1, 1). The optimal function is as follows:

$$\begin{aligned} J(u) &= \sqrt{d^2 - d^{0.4}} \sum_{i=2}^{n} L \\ J^{''}(u) &= \sqrt{d^n - d^{0.4n}} \sum_{i=2}^{-n} L - \sqrt{d^2 - d^{0.4}} \sum_{i=2}^{n} L \end{aligned} \tag{6}$$

After the entire network public opinion control value is determined, this paper aims at the probability of the output of the algorithm $d$ and the allocation solution unit algorithm $J$ assumed. Finally, according to a series of optimal values obtained by integration, the corresponding joint probability calculation is calculated. From equation (6), calculating the joint probability can minimize the expected risk. Since the joint probability is not known, $d$ cannot directly calculate the minimization. However, using the large number theorem, according to the known training sample set, the arithmetic average can be used to ensure the accuracy of the scoring results. The process of each factor entry algorithm is shown in Figure 2.

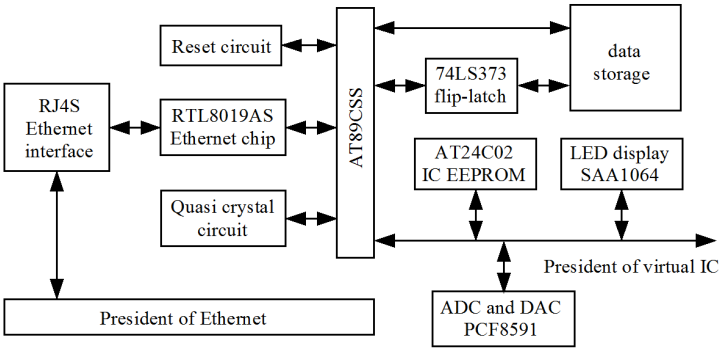



Figure 2 – The communication mechanism of network public opinion under the new media environment

Secondly, through the calculation and integration of information data, the wireless network access point calculation model and the optimized distribution plan will be intensively connected during the design process. In the calculation and collection of data, the framework of the allocation scheme set up above is used as the basis. For

algorithmic classification and coding of obstructive content from the distribution scheme, it is divided into three major aspects, which are the reason for the failure of the wireless network access point scheme, the distribution efficiency data, and optimization technical data. Through the improvement of the system optimization scheme for the network logic hierarchy in the wireless network access point, a large integration direction can be derived. It is divided and reorganized as various small data, and then the implementation of efficient performance is carried out, and it is fitted with the distribution scheme model to obtain the scope of the distribution optimization plan. The network public opinion control allocation plan framework is used as the middle convergence, and the design precision requirements must also satisfy the algorithm construction principle, and its advantages must be determined. Finally, the finishing work of this link will be collected by the optimization scheme of the distribution plan. It can be seen that the optimal solution is numbered by computer technology and the entire research work is completed.

## 4. Result Analysis and Discussion

The brand advertising delivery program is a very cumbersome computational program, which is a complex task that cannot be completed by the human brain. Therefore, with the help of brand advertising control algorithms, a network logical hierarchical architecture is adopted to collect media brand information based on calculations. Computers have the advantage of surpassing the limits of human observation capabilities, ensuring the integrity of each information and playing an important auxiliary role in online brand monitoring. After the design was completed, a systematic and practical test was conducted on the design scheme. The testing process is divided into two main aspects. Set up a card in the server backend to check the transmitted information for each segment and add nodes to the brand advertising transmission control. Compare the obtained brand control algorithm with traditional programs through input testing to determine the feasibility of the program. For comparison, five main aspects were rated. In the test process, the Control variates is used to test the network public opinion communication control at all levels. The information collected by the server is as unified as possible, which helps to obtain the most reliable test results. The final test results are shown in the table below:

| | **The design of the algorithm for the design of the data** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Factor | Aesthetic degree | Design difficulty | design factor | Accuracy | Fractal level |
| Target image stabilization algorithm | S1 | 0.2 | 0.3 | 3.2 | 4.2 |
| | S2 | 0.4 | 0.5 | 2.4 | 3.2 |
| | S3 | 0.2 | 0.5 | 4.2 | 6.3 |
| Traditional algorithm | S4 | 1.3 | 0.7 | 5.6 | 6.2 |
| | S5 | 0.6 | 2.4 | 4.2 | 4.5 |
| | S6 | 0.5 | 4.2 | 6.3 | 3.7 |
| | S7 | 0.8 | 2.4 | 4.5 | 5.3 |

| | The design of the algorithm for the design of the data | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Potream algorithm | S8 | 0.6 | 1.4 | 9.1 | 7.1 |
| | S9 | 0.8 | 0.5 | 3.5 | 2.5 |
| | S0 | 0.4 | 0.3 | 6.2 | 3.5 |

Table 2 – The Mechanism of Online Brand Communication in the New Media Environment

In the above tests, internet media distribution terminals were selected as the basis for discussion, which were divided into four scenarios: brand advertising information collection, system automatic recognition and screening testing, fluency testing, and overall effectiveness. The above four elements are the key reference objects of this design, which can immediately check the data information and its control ability. During the testing process, the internet brand advertising monitoring system can achieve higher stability standards for illegally collecting brand advertising information. The main reason is the calculation of the dispersion coefficient of the brand advertising monitoring system, writing and reading, and defect allocation that can integrate details, without missing important information in the plan. For testing under different variables, the network public opinion monitoring system with priority in screening ability can collect target parameters with excellent stability, and the quality of parameters far exceeds traditional collection plans. The stability factor capture system also requires significantly higher target information than traditional models. The entire design ensures stable performance of the online brand advertising monitoring system. In terms of monitoring efficiency, it can be seen that compared to the original media communication efficiency, the innovative media operation model has more professional guidance functions and scientific advantages, breaking the shackles of the creative field and injecting new vitality into the media operation field.

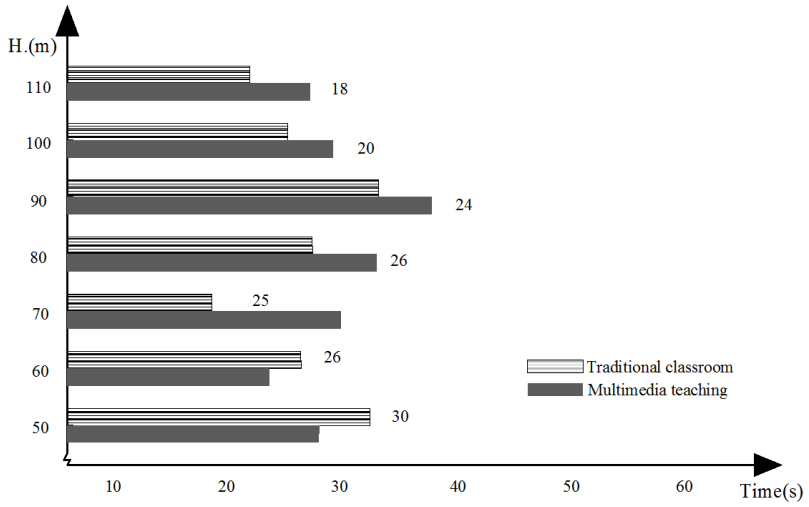



Figure 3 – The communication mechanism of network public opinion under the new media environment

Meanwhile, during the testing process, a network logical hierarchy is used to collect brand information of the media based on calculations. Computers have the advantage of surpassing the limits of human observation capabilities, ensuring the integrity of each information and playing an important auxiliary role in online brand monitoring. After inspection, it was found that using this new network public opinion monitoring system, the accuracy of the entire target parameter monitoring can be continuously checked from traditional models to detect interference. By detecting traditional solutions, interference elements can be captured, and then recorded in the framework to be monitored. From the above figure, it can be seen that for the solution set generated by load analysis, a considerable amount of data can be used in the model to improve the existing traditional management model. Only the factors that have affected the quality of parameters over the years can be found at the root of the system, which can completely improve the existing monitoring system. From the final results, it can be found that the brand advertising monitoring reform plan based on public opinion control algorithm is feasible.

## 5. Conclusions

The arrival of the big data era provides a platform for the development of computer algorithms. Realized the integration and prosperity of various industries. In the field of brand advertising media operations in China, a unified official management system has not yet been established, which to a large extent cannot guarantee the information security of media audiences. Therefore, on the basis of public opinion control algorithms, innovative designs for modern media operations are integrated into object capture elements and interference factor analysis systems. In terms of technology and ideology, it provides a practical theoretical and practical foundation for media communication operations in China. On the basis of traditional design, parameter calculation is used to develop and improve the media operation field, and brand information collection technology is used to generate monitoring information. Then integrate these factors into the technology and provide relevant motion analysis data to specific screening models. By comparing the error values of two frame comparisons, the computer outputs optimized sports events, ultimately achieving a stable and clear illegal brand goal, thereby better achieving public opinion monitoring of media operations. In this process, further efforts are needed to integrate the integration ability of public opinion information collection models and obtain dynamic uncertainty factors.

## Reference

Abate R S, Myers M J. (2017) Broadening the Scope of Environmental Standing: Procedural and Informational Injury-in-Fact after Lujan v. Defenders of Wildlife. BMJ, 322(7290): 818-818.

Bruns C, Himmler O. (2016) Mass media, instrumental information, and electoral accountability. Journal of Public Economics, 134: 75-84.

Campus D, Ceccarini L, Vaccari C. (2016) What a Difference a Critical Election Makes: Social Networks and Political Discussion in Italy Between 2008 and 2013. International Journal of Public Opinion Research, 27(4): 588-601.

Ghosh R, Lerman K. (2017) Rethinking Centrality: The Role of Dynamical Processes in Social Network Analysis. Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series B (DCDS-B), 19(5): 1355-1372.

Jerit J, Barabas J, Pollock W, et al. (2019) Manipulated vs. Measured: Using an Experimental Benchmark to Investigate the Performance of Self-Reported Media Exposure. Communication Methods & Measures, 10(2-3): 99-114.

Katherine H, Fiona H, Deborah G, et al. (2019) Is health impact assessment useful in the context of trade negotiations? A case study of the Trans Pacific Partnership Agreement. Bmj Open, 6(4): e010339.

Li D. (2016) Analysis and modelling on the green building integration system under computer simulation background. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E10): 304.

Matthes J. (2021) The Need for Orientation towards News Media: Revising and Validating a Classic Concept. International Journal of Public Opinion Research, 18(4):422-444(23).

Nan L, Hilgard J, Scheufele D A, et al. (2019) Cross-pressuring conservative Catholics? Effects of Pope Francis' encyclical on the U.S. public opinion on climate change. Climatic Change, 139(3-4): 367-380.

Sohn D, Geidner N. (2016) Collective Dynamics of the Spiral of Silence: The Role of Ego-Network Size. International Journal of Public Opinion Research, 63(1): 165–168.

Zhang L, Zhao J, Xu K. (2016) Who creates Trends in Online Social Media: The Crowd or Opinion Leaders? Journal of Computer-mediated Communication, 21(1): 1-16.

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

Recebido/Submission: 09/05/2023
Aceitação/Acceptance: 11/07/2023

# A Study on "Exoticism" and Its Local Transformation Innovation in Chinese Animation Films

Yang Liu*, Xiang Lei, Lei Li

**liu15170219146@126.com**

College of Design Engineering, Jiangxi College of Applied Technology, Ganzhou, Jiangxi, China

**Pages: 620-626**

***Abstract:*** Animated films are an imported product in China, so the early development of "immigratism" in Chinese animated films penetrated into all aspects of domestic animated films. The inheritance of traditional culture and the animation creative industry is a hot topic of concern in today's society. Because the development of the animation industry cannot be separated from the inheritance of traditional Chinese culture and folk art. In the development process of China's animation industry, it follows the imported consumption habits that were formed before the formation of the "foreign ism" industry. Excellent traditional culture is the soul and bloodline of the Chinese nation. In the context of digital media, animated films based on digital technology are also constantly exploring innovative ways to integrate with traditional cultural elements. In the process of development, a localized industrial model has evolved that adapts to the local market environment. Through the online animation community platform, the industrialization of animation has been achieved and consumer culture has been localized and reconstructed. This article explores the integration and innovative development of animated films and traditional culture from the perspectives of theme stories, scene construction, and visual details.

***Keywords:*** "Exoticism"; Localization innovation; Animated movies; Cultural Confidence

## 1. Introduction

Excellent traditional culture and art are an important source of wisdom for the Chinese nation, casting the brilliance of Chinese culture and being a precious resource and wealth of Chinese culture. The inheritance of traditional culture and the animation creative industry is a hot topic of concern in today's society. Because the development of the animation industry cannot be separated from the inheritance of traditional Chinese culture and folk art. Inheriting excellent Chinese culture, promoting traditional folk art, and protecting cultural and artistic heritage are important prerequisites and creative foundations for the development of China's animation industry (Kong et al., 2022). Excellent culture should not only be inherited, but also be creatively and developed as cultural products. Especially in the inheritance and development of Chinese culture and the animation industry, it is necessary to apply the scientific development concept,

boldly absorb the essence of traditional culture, and carry out creativity and innovation. Not losing traditional excellent cultural elements, but integrating traditional culture and art into the modernization process of the animation creative industry. This paper analyzes the internal relationship between the inheritance of traditional culture and the development of Chinese animation, and studies some deep-seated subculture phenomena in the inheritance of folk art and the development of animation creative industry. And the originality and ethnic issues in the inheritance of traditional folk art and the development of the animation industry (Ke et al., 2021). Emphasized and elaborated on the important role of China's excellent traditional culture and folk art heritage in the development of Chinese animated films.

In recent years, with the continuous development and innovation of digital technology, and the diversification of information transmission methods. Animation art, with its unique charm and integration with the creative industry, has rapidly developed at an astonishing pace nationwide. Currently, in China's animation industry, it is proud to imitate foreign animation, with mediocre creation, rough visuals, and no creativity or cultural connotations. Even the reprints of certain foreign films have resulted in a very low market share in the Chinese animation industry, and the market situation is very severe.

It is undeniable that technology provides the best service for artistic creativity. The production of animated films has shifted from hand drawn to three-dimensional computer production, which has triggered an excessive reliance and expectation on technology. However, the laws of artistic creation, the application of technological inventions, and the relationship between the two remain relatively unchanged. Because the quality of cartoons mainly depends on artistic creativity. Animation is the main body of the animation industry, which is a comprehensive art that integrates planning, literature, art, music, and film and television technology. It is the fusion of science and art.

From this perspective, the development of cultural inheritance and animation creative industry follows certain social and economic laws. If it violates its own development laws, there will be twists and turns. Because the development of cultural heritage and cultural creative industries needs to be coordinated, only by adhering to the cultural heritage and creative concepts of our own nation can we achieve sustainable development of the animation creative cultural industry.

## 2. Exoticism in World Animation

In the context of global multicultural integration and mutual learning, Disney style cultural globalization undoubtedly represents an important trend. However, the localization process of learning and borrowing from advantageous cultures by disadvantaged cultures cannot be ignored. Cultural localization, as another form of cultural transformation, is the process of disadvantaged cultures learning from the content and form of advantageous cultures, reconstructing and transforming into their own culture. The process diagram of cultural localization is as follows: Japan has become a major animation country and can keep up with Disney animation in the world. Its cultural roots lie in following a path of cultural localization. This article takes Japanese anime as an example to systematically explain the process of cultural

localization. Strictly speaking, positioning Japanese culture as a vulnerable culture is not very accurate. However, due to Japan's consistent "pro American" policy in foreign affairs, Japanese culture's decades of "following" and comprehensive opening up to the outside world to American culture have led to its long-term control and influence under American culture (Wallace etr al., 2018). Therefore, there is also a certain reason to call Japanese culture a weak culture. However, after decades of exploration on the path of localization, the former weak cultures have transformed from being a major importer of culture to a major exporter of culture. By carefully interpreting Japanese anime, we can easily discover the inspiration and inheritance of Disney's model. The classic conflict patterns, humorous plot styles, and the use of love factors in animated films are heavily invested in high-tech applications in industrial operations. The development of derivative products and the use of field research methods are all means for Japan (weak culture) to learn from Disney (dominant culture) in the United States. And this process of learning and borrowing, as well as the integration of cultural globalization, has indeed laid a solid foundation for Japan's position as a major animation country in the world. However, just learning and borrowing is far from enough. The most crucial step in cultural localization lies in fully leveraging and innovating local advantages. Although Japanese anime blends Disney's style, it also retains distinct and strong Japanese cultural characteristics, which is the key to Japanese animation's invincibility in the competition with Disney (Tian B., 2016).

## 3. From the Perspective of Text Analysis, the Cultural and Local Characteristics of Chinese Animation

Animated films refer to films produced through animation. Animated films, with their unique artistic expression, have gradually become an inheritable and communicable ethnic culture. From the current development situation, the number of animated films is constantly increasing, which has also brought good visual effects to people (Jackson, 2018). At present, the major animation countries are the United States and Japan, with distinct differences in animation styles. American animation is mainly produced by digital computers, with exaggerated character images and movements, and the plot develops rapidly, which can to some extent showcase the personality traits of Americans, with Disney being the main representative; Japanese animation is mainly based on celluloid and airbrush painting, which can showcase a beautiful style. Its main characteristics are beautiful character shapes, rich content and plot, and slow pace, with numerous representative works. The development of Chinese animation is relatively slow, but with the rise of China's economy and the improvement of technological level, the creation of animated films has also significantly increased. "Big Fish and Begonia", "The Origin of White Snake", "The Return of the Great Sage", "Jiang Ziya", and other classic animated film works are deeply loved by viewers, which also marks a new stage of development for Chinese animated films. Animation is a highly dependent industry on cultural resources, and China's cultural resources for thousands of years should be part of the Chinese cultural industry. Including valuable prerequisites for the sustainable development of the animation industry. So relying on and exploring cultural resources is the most important aspect of developing animation based on the current situation. Animators need to constantly deepen their understanding of traditional culture, constantly explore and refine it, and then combine it with contemporary elements before

presenting it in the form of animation. More importantly, it is important to experience the spiritual expectations of the public firsthand, provide correct guidance in creation, and continuously promote the exploration and innovation of Chinese animation in nationalized forms and content. Chinese animation truly exists and continues to develop as Chinese animation. Animation is a highly dependent industry on cultural resources, and China's thousands of years of cultural resources should be a valuable prerequisite for the sustainable development of China's cultural industry, including the animation industry. So relying on and tapping into cultural resources is the most important aspect of developing animation. Animation is the best carrier for inheriting traditional culture. Chinese traditional culture is the crystallization of thousands of years of civilization of the Chinese nation. In addition to Confucian culture, it also includes other cultural forms, such as Taoist culture, Buddhist culture, and so on. The younger generation's sense of identification with excellent traditional culture is also becoming increasingly weak. Only when a country is based on its own culture can it stand on its own in the context of globalization without losing itself. Culture is a relatively vague concept, with its core being various knowledge as spiritual products, and its essence being dissemination. As a sunrise industry that combines modern technology and culture, animation is deeply loved by mainstream audiences, children and teenagers, and easily resonates with the audience. It is precisely the best carrier for inheriting traditional culture that animation creation is irreplaceable. Only by relying on the traditional culture of our own nation can animation art be a combination of literary creation and audio-visual art. It is a modern art form with expressive, infectious, contemporary spirit, development potential, and enormous commercial value. Its creation can only be based on the corresponding national culture. Only then can it be irreplaceable, presenting a diverse cultural landscape.

Chinese animated films have a wide range of selected themes and possess profound artistic skills and a broad humanistic foundation. The themes of Chinese animated films are mostly drawn from traditional and modern folk stories, novels, myths, legends, legends, proverbs, fairy tales, dramas, or themes with a broad mass base of various ethnic groups in China. Therefore, these works have gone through the test of time, have been recognized by public opinion, and have a broad public foundation. Chinese animation workers are based on the unique ethnic traditions and customs, aesthetic tastes, and special ways of conveying emotions and ideas of various ethnic groups in China. And it is highlighted through the exaggeration and reinforcement of animation. For example, 'Da Nao Tian Gong' is based on one of the four classic Chinese novels, 'Journey to the West', and 'Ne Zha Nao Hai' is based on some chapters of the ancient mythological novel 'The Legend of Fengshen'. These two legendary mythological novels are typical works full of fantasy and romance in Chinese culture, deeply loved by ordinary people. The image of Sun Wukong, also known as the "ever-changing superhero" in the minds of the Chinese people, embodies the beautiful imagination of people who combine justice and superpower, dare to struggle and fearless of difficulties. The distinct national style of the "Chinese School" in Chinese animation is rooted in the fertile soil of national culture. China's long history, vast territory, and brilliant cultural traditions have nurtured a variety of artistic forms. Firstly, Chinese cartoons draw rich nourishment from traditional Chinese painting art. Da Nao Tian Gong "draws inspiration from the patterns of ancient Chinese bronze and lacquer artifacts, Dunhuang murals, folk New Year paintings, and other aspects, while the background design adopts China's unique landscape paintings.

The animated film "Nezha Naohai" is a sister art work of the large-scale mural "Nezha Naohai" at the Capital Airport. At the same time, this animation draws useful materials from Chinese door god murals. It adopts a decorative style, concise lines, and colors commonly used in folk paintings such as green, green, red, white, and black, making people feel common and fresh, both traditional and refined.

## 4. Analysis of Local Transformation and Innovation in Chinese Animation

A strong market awareness is the guiding ideology for animation production and the driving force for breakthroughs in animation. In the two animation giants of the United States and Japan, animation is not only an art, but also a commodity. The animation industry plays a very important role in the gross domestic product of these two countries. The United States and Japan have formed a complete market sales system, including comics, animations, movies, books, audiovisual products, and franchise products. In the context of globalization, in order for Chinese animation to overcome difficulties, it is not only necessary to learn from the successful experiences of the United States and Japan, but also to understand the content, form, and process of reconstructing and transforming into its own culture. The relationship between cultural localization and cultural globalization is in line with the view of change theorists that the two are complementary and inseparable. Globalization can be transformed into localization, and localization can also be transformed into globalization. The cultural globalization process of Disney in the United States through its animated films can also be transformed into globalization. The best example of the relationship between Japanese animation, which achieves local acceptance in various countries, and fully embodies its national characteristics to make its own local culture recognized globally, is the Japanese animation. In short, cultural localization is a means of cultural globalization, and cultural globalization is the ultimate goal of cultural localization.

The full utilization and innovation of national culture is the most important step in cultural localization strategy. The success of Japanese anime is largely attributed to its local strategy rooted in the soil of national culture. The glory and prosperity of early Chinese cartoons once again confirmed the truth of the saying 'the more national, the more global'. Although nationalization is not the only way out for animation art in today's globalized world, it is one of the most effective means. However, from past text analysis, it can be seen that Chinese animated films seem to have fallen into a strange circle at present. Spend a lot of effort on learning advantageous cultures and compensating for one's own shortcomings, rather than focusing on leveraging the strengths and innovations of one's own national culture. This has precisely become a "hard wound" for our national culture to enter the world and establish itself globally. The successful experiences of animated films in the United States and Japan have given us a lot of inspiration: on the one hand, we need to fully inherit the excellent cultural traditions of our own nation. The early "Chinese school" approach of drawing nourishment from Chinese painting, folk crafts, traditional drama, and folk music is still worth using today. On the other hand, innovating national culture. Fully leveraging the advantages of ethnic culture is not only about inheriting excellent traditional ethnic culture, but also about innovating ethnic culture. Otherwise, Chinese animation will find it difficult to break

through its original glory and achievements. Innovation also includes two levels. Firstly, it embodies the spirit of the times. Many animated films in the United States and Japan are works that focus on real-life issues and reflect the spirit of the times. For example, the works of Japanese animation master Hayao Miyazaki mostly reflect the light of the times, such as the reflection of industrial and environmental issues.

## 5. Conclusions

The new era has endowed animation art with new missions and characteristics, and the globalized context has endowed animation with global and local characteristics. The globalization of American animation and the rise of localization of Japanese animation have shown us a successful model completely different from Chinese animation. Faced with the massive invasion of American and Japanese animation, Chinese animation can no longer remain silent. Despite numerous difficulties and difficulties, Chinese animation has made a fresh start in the throes, learning from the successful experiences of the United States and Japan, and learning from its own failures. The only way for Chinese animation to overcome difficulties and compete equally with the United States and Japan is through equal dialogue to seek its own development and growth globally and domestically. With the increase of animation production capacity, from mass production to high-quality and diversified development, the domestic animation industry has a large development space. In the future, the mass production of animation works will drive high-quality and multi type animation, resulting in explosive sales in different sub fields. From young to all age groups, from imitation to innovation, it can be foreseen that domestic animation will embark on a path of localization characteristics. The Chinese animation industry has created a road of animation with Chinese characteristics from the current stage of imitation and learning to the future combination of Chinese characteristics.

## Acknowledgements

The study was supported by the Research on the Exploration and Application of Jiangxi Nuo Mask in Animated Films under Intangible Cultural heritage, Humanities and Social Science Research Project of universities in Jiangxi Province (No. YS22202).

## References

Calabrese Barton A, Tan E. (2018) A longitudinal study of equity-oriented STEM-rich making among youth from historically marginalized communities. American Educational Research Journal, 55(4): 761-800.

Causadias J M, Umaña-Taylor A J. (2018) Reframing marginalization and youth development: Introduction to the special issue. American Psychologist, 73(6): 707.

Chen Jie. (2016) Research on the Collaborative Innovation Development of Xiamen Taiwan Animation and Game Industry. China Development, 19(1).

Garriott P O. (2020) A critical cultural wealth model of first-generation and economically marginalized college students' academic and career development. Journal of Career Development, 47(1): 80-95.

Jackson P A. (2018) Space, theory, and hegemony: The dual crises of Asian area studies and cultural studies. Sojourn: Journal of Social Issues in Southeast Asia, 33(S): S199-S241.

Ke, Zuo, Mohd Erman Maharam, and Wan Aida Wan Yahaya. (2021) The Chinese Film Industry’s Cross-Cultural Communication Strategy in the Context of the” One Belt, One Road” Initiative. Asian Journal of Arts, Culture and Tourism, 3(4): 24-28.

Kong Hao, Qi Yibo, and Qi Yuqian. (2022) A Study on the Communication Power of the Chinese Animation School from the Perspective of Cultural Confidence. Advances in Social Sciences, (11): 687.

Tian B. (2016) Development status of china’s outdoor sports and countermeasures based on SWOT analysis. RISTI (Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao), (E11): 76-85.

Wallace D. (2018) Cultural capital as whiteness? Examining logics of ethno-racial representation and resistance. British journal of sociology of education, 39(4): 466-482.

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

Recebido/Submission: 18/06/2023
Aceitação/Acceptance: 23/08/2023

# A Systematic Review of China's Media Image Based on Database Retrieval

Mai Hongyu[1,2*], Abdul Muati Ahmad[1], Moniza Waheed[1], Julia Wirza Mohd Zawawi[1]

**maihongyu@gxu.edu.cn**

1. University Putra Malaysia, Seri Kembangan, Malaysia

2. Guangxi University, Nanning, China

**Pages: 627-637**

***Abstract:*** A systematic review is a sort of review to locate, select and synthesizes all relevant evidence to a problem to avoid bias. By following a strict flow work of PRISMA, systematic reviews respond to their research issues by assessing the reliability and validity of all relevant data. This article is to give a systematic review of studies on China's media image based on the SCOPUS and ProQuest database (2010-2020). Research method is a combination of quantitative and qualitative analysis in terms of media type, research method, applied theory and research findings. Analysis and comment from multiple aspects are provided to reveal the status quo and development of China's media image, which is expected to provide reference and assistance for a better understanding of China's holistic global media image and promote further researches in this field.

***Keywords*:** Systematic Literature Review, Media Image, China, PRISMA

## 1. Introduction

China's portrayal in Western media has long been a popular topic that has piqued the interest of scholars in international politics. According to previous research, images of China in Western media have shifted over time, and there has always been a fluctuation of China's image with the change of international relationship (Isaacs, 1980) (Mosher, 1990) (Shambaugh, 2003) (Peng, 2004) (Cao, 2012). The image of China has gone through many ups and downs in Western media, from a threat as 'a communist country' from 1950s to 1970s, a hardworking economic reformer in the from 1980s to 1990s, and a cruel and inhuman government marked by Tiananmen Event in 1989 (Shambaugh, 2003). China's image in the current time period becomes 'uncertain' and 'uncreditable' due to the complexity and dynamic nature of world structure (Gagliardone, 2013). Most of the previous studies on China's image are sporadic, focusing on one or several medias. Therefore, to attain a clear and holistic picture of China's global media image, a comprehensive overview of the present studies about China's media image is needed. To avoid subjectivity, this study used a systematic literature analysis with pre-specified inclusion and exclusion criteria to completely analyze research on studies of China's media image within the last ten years (2010-2020) to answer the following research questions:

Q1: What is the status quo of studies of China's media image?

Q2: What is the holistic picture of China's media image globally?

Q3: What are the gaps that require further research in this topic?

## 2. Development in the Media Image of China

China's image in the Western media has long attracted the attention of researchers. Previous studies stated that images of China in Western media are varied and changing (Xu, 2018). There has always been a fluctuation of China's image according to the Western relations with China. Issacs divided the shift of China's image into five stages: Age of respect (eighteenth century); Age of contempt (1840–1905); Age of benevolence (1905–1937); Age of admiration (1937–1944); and Age of disenchantment (1944–1949)' (p. 70). Mosher (1990) updated the studies after 1949, which categorizes China's image into 'Age of hostility (1949–1972); Second age of admiration (1972–1977); Second age of disenchantment (1977–1980); and Second age of benevolence (1980–1989). As for the modern age, Cao (Chen and Yan, 2018) continued studies in this line and put forward two periods of China's image: The period from 1989 to 2001 was regarded as 'the third age of disenchantment', while the period after 2001 was named as 'age of uncertainty'. Cao believed that in an age of uncertainty, images of China will continue to be an area of contention. China's increasing economic and political power will insert great impact in international relations, leading to a new pattern image.

## 3. Research Method

### 3.1. Data Collection

Two database were selected to retrieve eligible literature for this study: ProQuest and Scopus. The keywords used for retrieving academic articles in these two databases were 'image of China', 'presentation of China', 'news coverage of China' or 'framing of China'.

### 3.2. Inclusion and Exclusion Criteria

Before launching the review, the inclusion and exclusion criteria have been specified. The inclusion criteria are: 1) The publication must be a formally publicized academic article, not including review papers, book chapters, theses, conference paper and theses; 2) The publication must contain 'image of China', 'framing of China', 'news coverage of China', or 'representation of China' in its title, abstract, or keywords; 3) The publication date must be within the range from January 1, 2011, to December 31, 2020.

The exclusion criteria are: 1) Publication on the fields of geography or earth and planetary sciences, computer science, environmental science, and etc., because 'image of China' refers to different concepts in those subjects; 2) Researches which does not involvement any media, like studies of China's image through questionnaire or interview, for this study focus on the media image; 3) Researches which depicts the China's image before 21st century, for this study aims to review image of China in modern times.

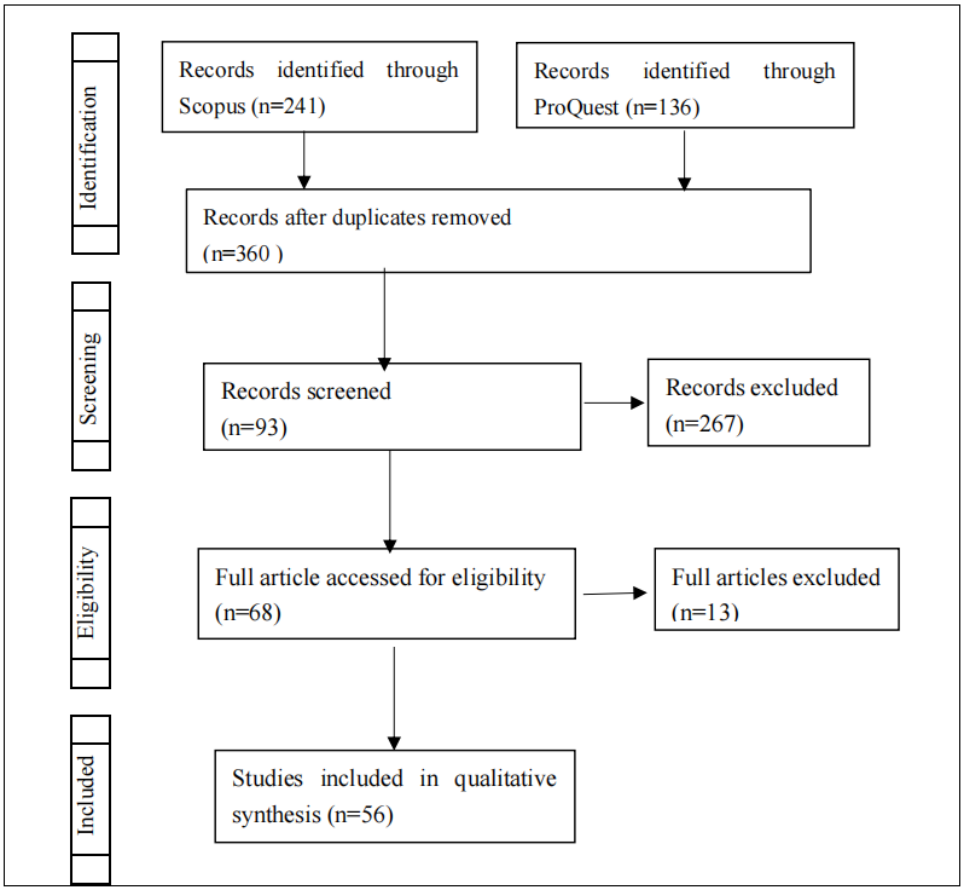



Figure 1 – PRISMA flow chart for systematic literature review

### 3.3. Review Process

This study adopted the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) as a basis for review. The PRISMA guidelines involves four phases: identification, screening, assessing of eligibility, and finally deciding what is included. Figure 1 is the revised workflow diagram of PRISMA that depicts the process of systematic review.

### 3.4. Data Analytic Strategy

After reviewing the collected literature, different components of the studies had been categorized in an Excel form, including titles, time of publication, research objectives, research subjects, research methods, research theory and research results. A quantitative approach was adopted in this part to work out the status quo of studies on China's media

image. Qualitative synthesis is adopted to review the research results of 56 articles. A typology is work out according to research purpose of these articles, and the relevant finding is summarized based on the typology.

## 4. Results

### 4.1. Yearly Distribution of Publication

Figure 2 presents the yearly trend in the publication on media image of China. It can be found that the number of publications has fluctuated during the past ten years, although the overall trend is on the rise. The number of publications fluctuates between 2 to 5 from 2011 to 2015 and between 4 to 10 during 2016 to 2020. It means that there is generally an increase of interest on this topic during the past ten years.

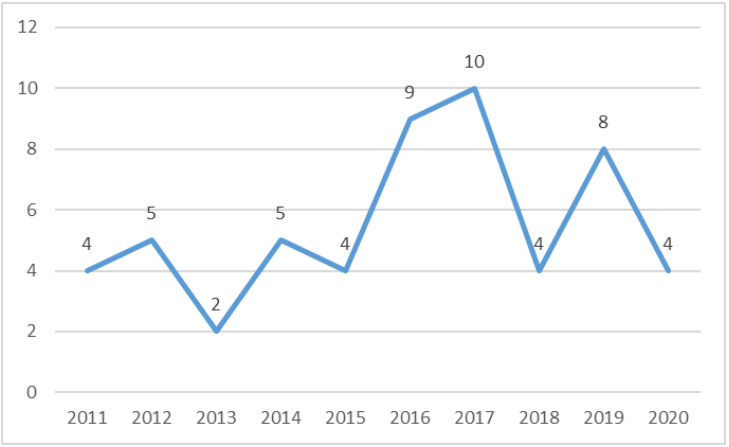



Figure 2 – The Yearly Distribution of Publication

### 4.2. Media Being Studied

Table 1 shows the type of media being studied in the sample. It can be found that 'newspaper, magazines or online news' is the most popular type of media being studied (n=43). The second widely researched media type is 'TV & film' (n=9). 'Social media', in spite of its increasing growing influence in the 21st century, has been studied in only 4 articles totally. Other media mentioned includes radio and books.

| Type of media | References | Number |
|---|---|---|
| Newspaper, magazine & online news | Chen et al. (2014); Luan (2019):Liu and Li (2017); Paterson and Nothias (2016); Svensson (2013); Tang (2017) and so on. | 43 |
| Television & film | Gagliardone (2013); Kim et al. (2017); Li (2020); Ospina (2017); Park and Tae (2016); Puppin (2017); Rodríguez et al. (2019); Wang and Hallquist (2011) | 9 |

| Type of media | References | Number |
|---|---|---|
| Social media | Calzati (2016):Li and Wang (2011); Tseng et al. (2015); Wang and Cai (2018); | 4 |
| Other | Chen and Yan (2018); Suspitsyna and Tatiana (2015); Turcsányi et al. (2019) | 3 |

Table 1 – Distribution of Media Type

Figure 3 demonstrates media's affiliated area and country. As shown in Figure 4, Europe, Asia and North America remain the most frequent studied areas with the 24, 20 and 17 research articles respectively. There are also researches studying image of China in African media (6 papers):South Amirian media (2 papers) and Oceania (2 papers).

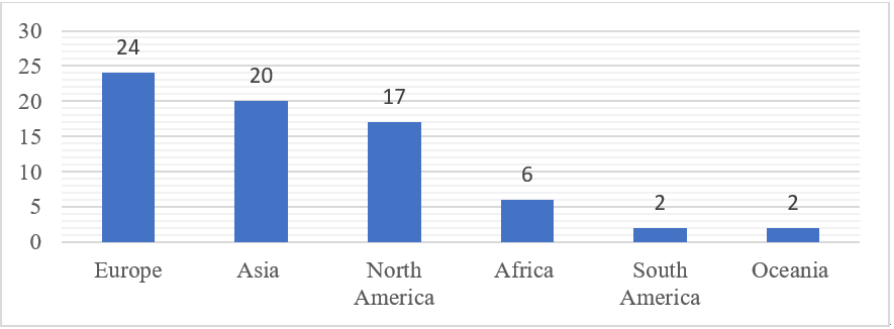



Figure 3 – Total distribution of media's affiliated areas

## 4.3. Research Methods

The result (Table 2) reveals that content analysis (n=16):discourse analysis corpus analysis (n=15):and corpus analysis (n=10) are the research methods mentioned most frequently in the sample, indicating the mainstream research method used in studies on the media image of China. Besides the three methods mentioned above, the other research methods include CDA (critical discourse analysis):textual analysis, comparative analysis, database analysis, semiotic analysis, sentiment analysis, and visual analysis.

| Research Method | References | Number |
|---|---|---|
| Discourse analysis | Hoffman (2012); Turcsányi et al. (2019); Katiambo (2019); Jin (2019); Liu (2012); Xin and Matheson (2015); Li (2020); Lams (2016); Calzati (2016); Benabdallah (2015); Suspitsyna and Tatiana (2015); Cao (2012); Liu and Li (2017); Corkin and Jane (2014); Wong (2017); Afzaal et al. (2019) | 16 |
| Content analysis | Li and Wang (2011); De Swert and Wouters (2011); Duan (2016); Ospina Estupinan (2017); Chen et al. (2014); Rodríguez-Wangüemert et al. (2019); Fan and Poshinova (2016); Fang and Chimenson (2017); Aukia et al. (2017); Harrison et al. (2017); Lams (2016); Boden (2016); Naduvath (2014); Wand and Cai (2018); He et al. (2020) | 15 |
| Corpus analysis | Xin and Matheson (2015); Lin (2019); Wang (2016); Tang (2017); Paterson and Nothias (2016); Zhang and Wu (2017); Liu and Li (2017); Chen and Yan (2018); Afzaal et al. (2019); Zhong et al. (2020) | 10 |

| Research Method | References | Number |
|---|---|---|
| CDA analysis | Zhu (2019); Chen and Gunster (2019); Zhang and Wu (2017). Liu and Li (2017); Wang (2018); Afzaal (2019). | 6 |
| Textual/context analysis | Lin (2012); Duan (2016); Wang and Hallquist (2011); Corkin and Jane (2014) | 4 |
| Comparative analysis | Lin (2012); Turcsányi et al. (2019); Armony (2012); Park and Tae (2016) | 4 |
| Database analysis | De Swert and Wouters (2011); Zeng (2020); Yuan et al. (2017) | 3 |
| Semiotic analysis | Xu (2018); Puppin (2017). | 2 |
| Visual analysis | Xu (2018); Harrison et al. (2017) | 2 |

Table 2 – Distribution of Research Methods

## 4.4. Research Theory

Table 3 demonstrates the theories used in literatures. As showed in the table, the most adopted theory is framing theory (9 papers):followed by agenda setting theory, appraisal theory, intertextuality and hyper-modality theory.

| Research Theory | References | Number |
|---|---|---|
| Framing theory | Cai (2018); Lams (2016); Lin (2012); Michelle and Yang (2014); Ospina (2017); Paterson and Nothias (2016); Rodríguez et al. (2019); Zeng (2020); Yuxiang (2019) | 9 |
| Agenda setting theory | Turcsányi et al. (2019); Liu (2019). | 2 |
| Appraisal theory | Jin (2019); Zhang (2014). | 2 |
| Intertextuality and hyper-modality theory | Wang et al. (2015); Wang (2016); Benabdallah (2015) | 2 |
| Other | Calzati (2016); Cao(2012); Katiambo (2019); Pearce(2012); Tang (2017) | 6 |

Table 3 – Distribution of Theory

## 4.5. Research Findings

From the 56 reviewed journal articles, we worked out a typology for the research findings of literatures (Figure 4). A qualitative review would be conducted based on this typology.

Image of China in Chinese Media. From the sample, it is found that Image of China was portrayed mostly positively in Chinese media, and Chinese national identity was emphasized and foregrounded in different fields (Wang, 2016). Chinese media use various linguistic strategies or framing to justify government policy or slogan. Meanwhile, not all the events from Chinese media had got a positive news slant. For example, He et al. (He et al., 2020) studied the haze coverage by China Daily between 2000 and 2018, claiming that the relevant news reports have a neutral slant.

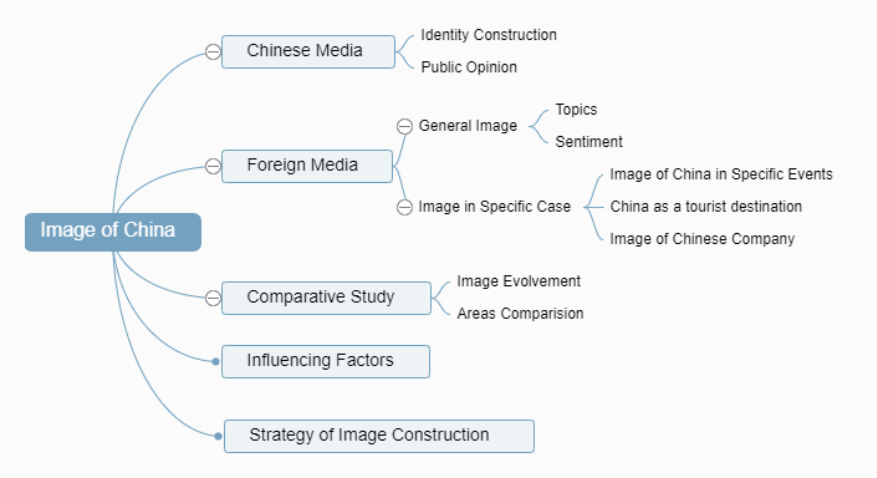



Figure 4 – Typology of Studies on Image of China

Image of China in Foreign Media. Generally speaking, there is an increasing number of news coverage in China-related news (Turcsányi et al., 2019):and China's economy had been the most prominent topic in news coverage (Aukia et al., 2017). Meanwhile, China's overall media image is still negative in spite of the increase in news coverage, and China's rising is regarded as a 'threat' in the media of Western countries (Armony, 2012). Comparatively speaking, the image of China in the media of developing countries, seems to be more dynamic and complicated, mixed with optimistic expectation toward economic opportunity as well as negative description like environment or human right issue (Lams, 2016; Afzaal et al., 2019; Ospin, 2017; Calzati, 2016).

Besides the general image of China, quite a number of articles studied image of China through more specific cases, including China as a tourist destination (Chen et al., 2014; Li and Wang, 2011; Fang and Chimenson, 2017):image of Chinese companies (Zhong et al., 2020; Becker, 2011) and specific news events like the Olympic Games (Michelle and Yang et al., 2014).

Comparative Studies. Media framing of a country does not have a fixed image. The image of China changes over different times, events, and media. Aukia et al. revealed that the image of China has become more positive between 1996 and 2008, especially on economic and cultural topics. Xu also claimed that China's visual image in magazines had evolved from a developing country to a rising superpower. When reporting similar China-related news events, the difference between Chinese and Western media is very large. Chinese media usually constructed a positive image of China while Western media portrayed China negatively as a geopolitical threat (Park et al., 2016). Factors influencing the image of China Many factors influenced the media image of China. Public relation is one of the factors studies by researchers. Other factors influencing the image of China include news topics and news sources. China-related economic and

cultural topics are usually presented more favorably than political one. International news flow also influences the image of China, especially in developing countries whose international news reports rely heavily on international news agencies. Strategies in the Image Construction Discourse strategies are important in the image construction. With the manipulation of language, the image of China can be framed differently (Liu and Li, 2017; Zhang and Wu, 2017). Policy and think-tank resource construction and the interest of target area (Duan, 2016) are also mentioned in previous studies (Huang et al., 2016).

## 5. Discussion & Conclusion

### 5.1. Status Quo of Studies on China's Media Image

This systematic literature review indicates that the overall trend of studies on image of China are on the rise generally during the past ten years, although there are fluctuations between years. It means that this topic has attracted more attention with the growth of the economic impact of China in the world. Content analysis and discourse analysis are the mainstream research methods for the portray of China's image. Most of the studies are based on news reports from newspaper, magazines or online news, which are mainstream medias reflecting attitude of government, and data are comparatively easy to collect and analyze. Only a few literature studies China's image on other media like television, films, social media and so on. Media's affiliated area or country is not equally distributed. The media studied in this sample come from Europe, Asia, North America, Africa, South America, and Oceania, among which Europe, Asia and North America are the most studied area. Framing theory is the most adopted theory in the literature, followed by agenda setting theory, appraisal theory, intertextuality, hyper-modality theory and so on. Theoretical development is not obvious due to the empirical nature of this topic.

### 5.2. A Holistic Picture of the Media Image of China

China's media image change in different countries and areas. Comparatively, the image of China in developing countries seems to be better than western countries in this review, but it is a bit risky to draw such a conclusion based on only a small number of studies. The image of China is not fixed. Longitudinal studies revealed that the quantity of China-related reports is on the rise and China is evolving as a more powerful country. Besides, topic itself may lead to different news sentiment. Economic report about China is usually the most salient topic and it is usually more favorably presented than political ones. This can be easily explained that China is gaining more and more attention for its global economic impact and the economic opportunity it brings to other countries. Even the adoption of news sources influences the media image of China, especially in developing countries that relied heavily on international news agencies.

### 5.3. Gaps in Recent Research and Research Implications

Gaps in Research Subjects. According to previous studies, a noticeable gap is the unequal distribution of research subjects throughout different studies. The studied media mainly

focus on western media and traditional written text of news reports. The current studies do not quite match with the impact of social media in the new era and it cannot reflect image of China in the whole world. Nowadays, social media is becoming more and more influential to public opinion and people's perception toward another country. More research should be done toward social media. Besides, media image of China in many developing countries remains unknown, therefore, more exploration needs to be done to provide an overall picture of China's image in the whole world.

Gaps in Research Methods and Theory. Researchers have used many research methods in the studies of media image of China, as is showed in Table 1. Content analysis and discourse analysis are still the mainstream research methods. Corpus analysis is adopted after 2015. Besides the three methods mentioned above, the other research methods include CDA (critical discourse analysis):textual analysis, comparative analysis, database analysis, semiotic analysis, sentiment analysis, and visual analysis. Framing theory is the most adopted theory, followed by agenda setting theory, appraisal theory, intertextuality, hyper-modality theory and so on.

Although we can see the trend of adopting more computer-assisted corpus analysis in the past ten years, development in research method or theory is not obvious. The topic on the media image of China are empirical in nature, therefore, it is not easy to seek for breakthrough in research method or theory. Meanwhile, there are more possibilities for research to explore, like visual analysis, multi-model analysis etc.

Recommendations for Future Research. As introduced at the beginning of the paper, this paper conducted a systematic literature review of current research on image of China over the last ten years (from 1st of January 2011 to 31st of December 2020). The findings indicate that the studies about the media image of China are not fully developed. The focus should be expanded from western media to media in more developing countries. The impact of social media on the image of China also awaits more examination. Both methodology and theoretical explanation need further development.

There are some limitation on this study. Firstly, ten years is too short to study the evolvement of China's image. A longer period of time need to be employed for further exploration. The second limitation lies in the language of the publication. Since this review include only papers published in English, papers published in other languages are not included in the review.

## References

Afzaal, M., Hu, K., Ilyas Chishti, M., & Khan, Z. (2019). Examining Pakistani news media discourses about China–Pakistan Economic Corridor: A corpus-based critical discourse analysis. Cogent Social Sciences, 5(1): 1-19.

Armony, A.C. (2012). A view from afar: How Colombia sees China. The China Quarterly, 209, 178-197.

Aukia, J., Heimonen, J., Pahikkala, T., & Salakoski, T. (2017). Automated quantification of reuters news using a receiver operating characteristic curve analysis: The Western media image of China. Global Media and China, 2(3-4): 251-268.

Becker, J. (2011). Coverage of the Tibet crisis (March 2008) and the Olympic Games in China (August 2008) in the German-language mass media. International Communication Gazette, 73(6): 495-506.

Calzati, S. (2016). Representations of China by Western Travellers in the Blogsphere. Cultura, 13(2): 153-172.

Cao, Q. (2012). Modernity and media portrayals of China. Journal of Asian Pacific Communication, 22(1): 1-21.

Chen, Y., & Yan, F. (2018). International visibility as determinants of foreign direct investment: An empirical study of Chinese provinces. Social Science Research, 76: 23-39.

Chen, Y., Huang, Z. J., & Cai, L. A. (2014). Image of China tourism and sustainability issues in Western media: An investigation of National Geographic. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 26(6): 855-878.

Duan, P. (2016). Essay on the external communication strategies of the China Dream: Analysis and study of reports on the China Dream in The Washington Post and on CNN. Global Media and China, 1(3): 261-270.

Fang, T., & Chimenson, D. (2017). The internationalization of Chinese firms and negative media coverage: The case of Geely's acquisition of Volvo cars. Thunderbird International Business Review, 59(4): 483-502.

Gagliardone, I. (2013). China as a persuader: CCTV Africa's first steps in the African mediasphere. African Journalism Studies, 34, 24-40.

He, Y., Zhang, G., & Chen, L. (2020). Analysis of news coverage of haze in China in the context of sustainable development: the case of China daily. Sustainability, 12(1): 1-15.

Huang H, Liu J, Shao J. (2016) Graphic Design Research Based on Computer Graphics and Image Software. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (18A): 293.

Isaacs, H. (1980). Scratches on our minds: American images of China and India. Routledge.

Lams, L. (2016). China: Economic magnet or rival? Framing of China in the Dutch- and French-language elite press in Belgium and the Netherlands. International Communication Gazette, 78(1-2): 137-156.

Li, X., & Wang, Y. (2011). China in the eyes of western travelers as represented in travel blogs. Journal of Travel & Tourism Marketing, 28(7): 689-719.

Liu, M., & Li, C. (2017). Competing discursive constructions of China's smog in Chinese and Anglo-American English-language newspapers: A corpus-assisted discourse study. Discourse & Communication, 11(4): 386-403.

Michelle, M., & Yang. (2014). Guilty without trial: State-sponsored cheating and the 2008 Beijing Olympic women's gymnastics competition. Chinese Journal of Communication, 7(1): 80-105.

Mosher, S.W. (1990). China misperceived: American illusions and Chinese reality. Cambridge University Press.

Ospina Estupinan, J. D. (2017). The coverage of China in the Latin American Press: Media framing study. Cogent Arts & Humanities, 4(1): 1-16.

Park, M.S., & Tae, H.S. (2016). Arts style and national identity reflected in the Olympics opening ceremonies: A comparison of the 2008 Beijing Olympics and the 2012 London Olympics. Quest, 68(2): 170-192.

Peng, Z. (2004). Representation of China: An across time analysis of coverage in the New York Times and Los Angeles Times. Asian Journal of Communication, 14(1): 53-67.

Shambaugh, D. (2003). Modernizing China's military. University of California Press.

Turcsányi, R., Karásková, I., Matura, T., & Šimalčík, M. (2019). Followers, challengers, or by-standers? Central European media responses to intensification of relations with China. Intersections. East European Journal of Society and Politics, 5(3): 49-67.

Wang L. (2016). Learning or becoming: Ideology and national identity in textbooks for international learners of Chinese. Cogent Education, 3(1): 1-16.

Xu, K. (2018). Painting Chinese mythology: Varying touches on the magazine covers of Time, The Economist, Der Spiegel, and China Today. International Communication Gazette, 80(2): 135-157.

Zhang, L., & Wu, D. (2017). Media representations of China: A comparison of China daily and financial times in reporting on the Belt and Road Initiative. Critical Arts, 31(6): 29-43.

Zhong, Y., Zhu, W., & Zhou, Y. (2020). Csr image construction of Chinese construction enterprises in Africa based on data mining and corpus analysis. Mathematical Problems in Engineering. 2020: 1-14.

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

Recebido/Submission: 13/05/2023
Aceitação/Acceptance: 27/07/2023

# New Changes in the Development Opportunities of College Students Innovation and Entrepreneurship under the background of Internet +

Wei Qiao[1,2*], Ali Khatibi[1], Jacqueline Tham[1]

**qiaow@wxit.edu.cn**

1. Postgraduate Centre, Management & Science University, Shah Alam, 40100, Malaysia

2. Department of Management, Wuxi Institute of Technology, 214121, Wuxi, China

**Pages: 638-649**

***Abstract:*** Under the new normal situation, China's economic growth slows down, the economic structure is more optimized, and the quality of development will be significantly improved. At present, the problems of College Students' innovation and entrepreneurship are mainly manifested in the difficulty in grasping the social and economic situation, and the lack of technology, funds and platforms. College students still have certain psychological barriers to innovation and entrepreneurship, and need more psychological support from universities and society. By analyzing the psychological factors, this paper studies the psychological support scale model, discusses the problems of college students' entrepreneurial psychological barriers, and puts forward some psychological support strategies. Internet + has brought new development opportunities to various fields and set off a wave. Promoting college students' innovation and entrepreneurship, universities, enterprises and college students to establish the Internet + thinking and actively explore the path of innovation and entrepreneurship under the new normal.

***Keywords:*** College Students; Entrepreneurship; Development Opportunities

## 1. Introduction

The number of college graduates has reached record highs in recent years (Xia et al., 2014). With the decrease in the number of jobs required by labor and the conflict between employment supply and demand caused by the surge in graduates, there is a social problem of "difficult employment" for university graduates. Under the new normal, innovation and entrepreneurship are the only way for future entrepreneurs, and also a key force for economic development (Yao and Xu, 2013). Only by breaking the conventional thinking can we innovate and surprise ourselves to improve the probability of successful entrepreneurship. As we all know, the current risk of starting a business is relatively large, especially for college students who have no experience and lack of resources (Isele and Rogoff, 2014). Entrepreneurship is more risky, and the psychological changes of entrepreneurs have a great connection with the success or failure of entrepreneurship, which determines the strategic direction and implementation of entrepreneurship (Zhou

et al, 2014). The government needs to continuously improve institutional mechanisms, improve inclusive policies and measures, and strengthen overall coordination. Build a policy environment, institutional environment, and public service system that is conducive to the vigorous development of mass entrepreneurship and innovation, and use entrepreneurship to drive employment and innovation to promote development. We must persist in deepening reform and creating an entrepreneurial environment (Christopher et al., 2014). We should relax policies, open markets, and liberalize the main body, create a good atmosphere conducive to innovation and entrepreneurship, so as to activate tens of millions of entrepreneurs and bring them together into a great momentum of economic and social development. College students are an important social force for mass entrepreneurship and innovation. With the expansion of college enrollment and changes in the employment situation, the problem of difficult employment for graduates is becoming increasingly prominent. By conducting entrepreneurship education for college students, it is possible to guide and assist them in starting their own businesses, thereby alleviating employment pressure and improving the quality and rate of employment for graduates. Universities are important scientific and technological innovation bases in the country, possessing a large number of scientific and technological achievements. By carrying out entrepreneurship education for college students, it can promote the transformation of scientific and technological achievements, promote the integration of industry, academia, and research, and provide more technical support and innovation impetus for economic development. Entrepreneurship education for college students is one of the important contents of higher education reform. By carrying out entrepreneurship education, traditional educational models can be changed, innovation and reform in higher education can be promoted, and the quality of talent cultivation can be improved. Since 2013, the theory of Network Entrepreneurship and e-commerce experiment teaching has been put forward (Chen et al., 2013). In the same year, new markets had to be conquered, and theories of race, gender and entrepreneurship were put forward in the text (Knight et al., 2013). In 2015, the relevant theory of the exploration of career guidance and counseling model for college students in China was put forward by scholars (Hao et al., 2015).

New normal is an important background for our country to formulate relevant economic policies and carry out macro-control of social development (Kai, 2016). It reflects the adjustment and adaptation of the multiple relationships between reform and innovation, speed and quality, sustainability and transition (Winkel, 2013). Undoubtedly, entrepreneurship has become a major problem to solve the employment difficulties of College graduates, and a new force in the employment of College graduates. Therefore, strengthening the research on College Students' innovation and entrepreneurship psychology will help them to recognize themselves more quickly, grasp the situation and improve the success rate of entrepreneurship under the new normal situation (Si et al., 2015). We should expand the influence of the international community and actively implement the strategy of going out (Levenson, 2014). Through the "One Belt, One Road" strategic deployment, China supports the economic construction of neighboring countries, opens up the land and maritime Silk Road, and strengthens international exchanges. Schools can increase practical courses to provide students with more opportunities to participate in practical projects and improve their innovation abilities through practice. Schools can guide students to identify problems and help them find

solutions. By continuously solving problems, students can cultivate their innovative abilities. Schools can organize various innovation competitions to give students the opportunity to showcase their innovative abilities, and also encourage students to actively participate through rewards. Schools can provide necessary resource support, such as laboratories, equipment, materials, etc., to enable students to achieve their innovative ideas. Schools can update their educational philosophy, shifting from traditional knowledge imparting to guiding students to learn and explore independently, and cultivating students' innovative thinking and abilities (Berának, 2015) (Markman et al., 2016). Since ancient times, heroes have been created, and the impact of environmental opportunities on success is enormous. For college students, in order to succeed in the new normal, it is necessary to correctly consider the social environment in which they are located, including market situation, marketing taxation and other aspects (Barros et al., 2015). At the same time, it is also important to have sufficient internal driving force, including entrepreneurial motives, expected entrepreneurial methods, entrepreneurial direction, and how to deal with the pressures faced by entrepreneurs (Arts et al., 2014). Only by realizing the unity of external and internal, and making full preparations, can we increase the probability of success of entrepreneurship. Under the new normal situation, the current college students are confused about the future development (Choi et al., 2015). The problems of College Students innovation and entrepreneurship are mainly manifested in the difficulties in grasping the social and economic situation, the lack of confidence and motivation in innovation and entrepreneurship, the lack of technology, funds and platforms, and so on, which need the support of the whole society in many aspects. (Edoho ert al., 2016). Through classroom teaching, practical activities, and other methods, students can be guided to transform traditional thinking methods and cultivate innovative thinking. In classroom teaching, case studies, discussions, and other forms can be used to encourage students to propose new perspectives and solutions. Schools can provide practical platforms and resources to encourage students to participate in practical and innovative activities, such as technology competitions and entrepreneurial practices. Through practical operations, cultivate students' practical abilities and innovative thinking. Promote interdisciplinary learning, encourage students to explore knowledge in different fields, broaden their horizons, and inspire innovation. Schools can strengthen mentor guidance and provide students with more academic support and career planning guidance. Mentors can guide students to discover innovative points and provide guidance on innovative methods and techniques (Gonzalez et al., 2016).

## 2. Materials and Methods

Driven by the Internet, the forms of entrepreneurship among college students have also become more diverse. In addition to traditional physical product sales, many new entrepreneurial models have emerged, such as network services, social media marketing, and mobile application development. With the intensification of internet competition and changes in the market, the risks of college students starting businesses are also increasing. The rapid development of the Internet makes market changes more difficult to predict, and the success of entrepreneurial projects depends more on market conditions and operational strategies (Zhao, 2016). The threshold is low. After a short period of self-study or training, entrepreneurs can basically grasp the business ability

without rich professional knowledge reserve. The risk is low, even if the entrepreneur fails, the loss is relatively light, and the experience of failure can be transformed into valuable experience to guide the second entrepreneurship (Duarte et al., 2015). In order to better understand the cognitive and psychological state of college students' innovation and entrepreneurship, provide data support for measuring psychological support, and also help college entrepreneurs to better understand themselves, and more calmly face the confusion in entrepreneurship (Hechavarría, 2016). To this end, the Internet + innovation and entrepreneurship legal system should be improved. In the focus system, all resources are subject to the business school/management school arrangement, and all activities carried out are within the business school/management school. The purpose of this is to cultivate more professional entrepreneurial talents and to cultivate the faculty and researchers of entrepreneurship education (Crawford, 2015).

The survey takes into account the gender ratio and involves different academic, grade and professional students. The problem is as close as possible to the life of college students, which has practical significance. The basic situation of the respondents is shown in Table 1-2 and Figure 1-3.

| | **Number** | **Percentage/%** |
|---|---|---|
| Undergraduate | 231 | 35 |
| Specialty | 339 | 65 |
| Total | 570 | 100 |

Table 1 – Survey school table

| | **Number** | **Percentage/%** |
|---|---|---|
| Male | 356 | 67.9 |
| Female | 214 | 32.1 |
| Total | 570 | 100 |

Table 2 – Gender status of respondents

With the increasing popularity of Internet technology, the production, consumption, thinking mode and so on have also undergone changes. Now it has deeply influenced and changed the daily life and work of every Chinese, and is constantly telling new legends for traditional enterprises. Based on the results of psychological support scale and interviews, it is found that there are still some psychological barriers to innovative entrepreneurship among college students. Therefore, it is very important and necessary to strengthen psychological support for innovative entrepreneurship among college students. Through the restraint and guarantee function of laws and regulations, all activities of customers, enterprises, service departments and management organizations can be carried out orderly on a healthy and fair track, thereby reducing speculative behavior and reducing the risk of innovation and entrepreneurship. Established a special management organization for "Internet + College Students Innovation and

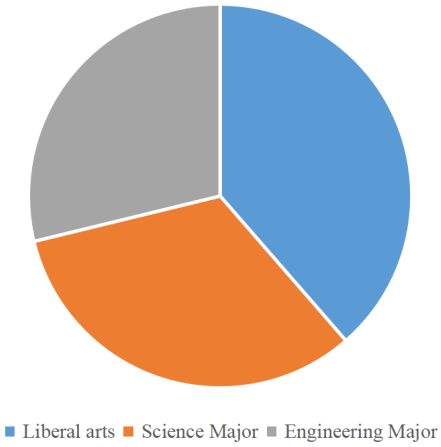



Figure 1 – Subject Professional Situation

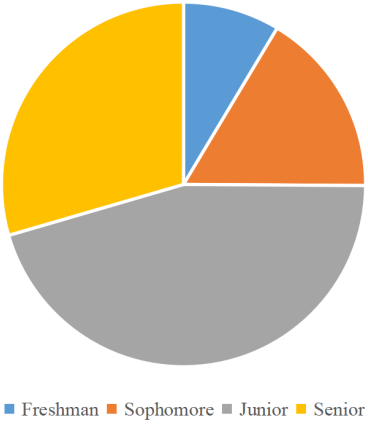



Figure 2 – Grade participation of respondents

Entrepreneurship". To improve the entrepreneurial ethics and entrepreneurial skills of college students as the standard development path, we must carry out full-scale entrepreneurship education in the institutions as the main mode. When implementing this model, the entrepreneurial lecture hall and related exercise programs need to be carried out for all students. This concept of growth is to regard entrepreneurship as a practical tool to cultivate students' entrepreneurial spirit and innovative consciousness under the influence of different disciplines. Different from general merchandise sales or skill services, the activities of innovative employment are innovative and leading. The employment locations are mainly concentrated in various entrepreneurial incubation platforms and incubation spaces.

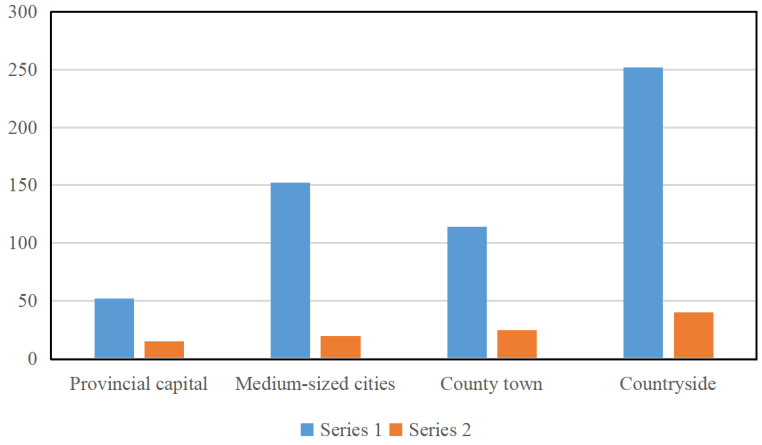



Figure 3 – Survey subjects' household residence

## 3. Result Analysis and Discussion

With the continuous increase of employment pressure in recent years, the continuous guidance of national policies and the influence of public opinion, more and more college students are engaged in online entrepreneurial activities, and entrepreneurial enthusiasm is increasing. Most of them lack comprehensive understanding and analysis of development projects, blindly choose, and a single mind to realize the dream of "getting rich overnight" through online entrepreneurship. Lack of a rational view of the hardships and risks of the entrepreneurial process, and a pragmatic attitude to run their own network business. In the end, the reason why college students have many psychological obstacles in the issue of innovation and entrepreneurship is not formed overnight, nor is it a factor casting. It is formed by the long-term influence of its own factors, social factors, family factors and school factors. Colleges and universities should clarify the orientation of talent training, adjust professional settings and teaching plans, adopt the Internet + teaching thinking mode, and form a linkage mechanism of enrollment-cultivation-employment-innovation and entrepreneurship. Universities can allocate a certain amount of funds to establish special funds to support college students' innovation and entrepreneurship activities in the context of the Internet. The sources of funds can be financial funds from schools, social donations, corporate sponsorships, etc. By providing financial support, more college students can be encouraged to participate in innovation and entrepreneurship. Establish a strong incentive mechanism to stimulate college students' enthusiasm for innovation and entrepreneurship. Universities can establish a series of incentive mechanisms, such as establishing innovation and entrepreneurship scholarships, granting course credits, and recommending excellent innovation and entrepreneurship projects, to stimulate the enthusiasm and enthusiasm of college students to participate in innovation and entrepreneurship. It is also common experience for successful entrepreneurship guidance to gain the support of senior leaders, build a team of teachers, get a large number of donations from the business

community, get strong advocates, and set up advisory committees from a wide range of sources.

Students mistakenly believe that only those who want to start a business need to receive innovative entrepreneurship education. Many students are not interested in innovative entrepreneurship education, pay less attention to it, are not motivated enough, are unwilling to participate in various entrepreneurial activities, and it is difficult to form a strong atmosphere of innovative entrepreneurship. (See Table 3 and Figure 4).

| | Number | Percentage/% |
|---|---|---|
| Policy propaganda | 153 | 32.5 |
| Innovation and Entrepreneurship Culture Construction | 325 | 56.8 |
| Other | 92 | 10.7 |

Table 3 – College Students' Needs for the Construction of Educational Environment for Innovation and Entrepreneurship

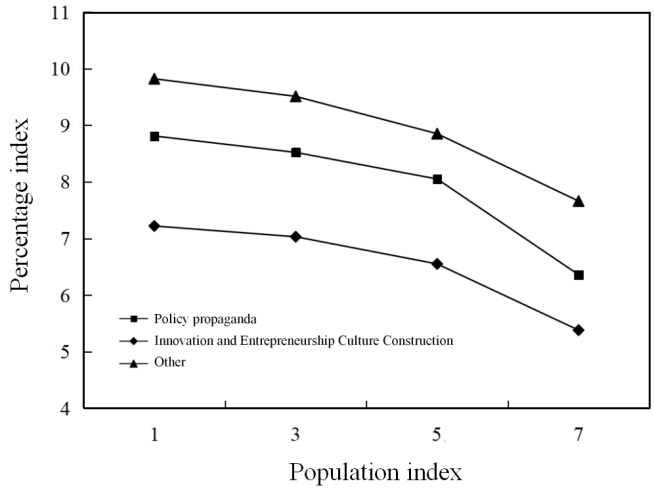



Figure 4 – College Students' Needs for the Construction of Educational Environment for Innovation and Entrepreneurship

It is difficult for students to have real entrepreneurial experience without practical innovation and entrepreneurship education, and it is difficult to improve their comprehensive quality of entrepreneurship (see Table 4 and Figure 5).

If the score vectors of the users θ and r are A and C, respectively, the cosine similarity of the users θ and r is:

$$\begin{aligned} \theta(i+I) &= A\theta(i)+\sigma(i) \\ r(i) &= C\theta(i)+y(i) \end{aligned} \tag{1}$$

| | Number | Percentage/% |
|---|---|---|
| Simulated practice and entrepreneurship design | 253 | 40.9 |
| Project activities, etc. | 265 | 43.5 |
| Innovative entrepreneurship training project | 52 | 15.6 |

Table 4 – College Students' Needs for the Construction of Innovation and Entrepreneurship Education Practice System

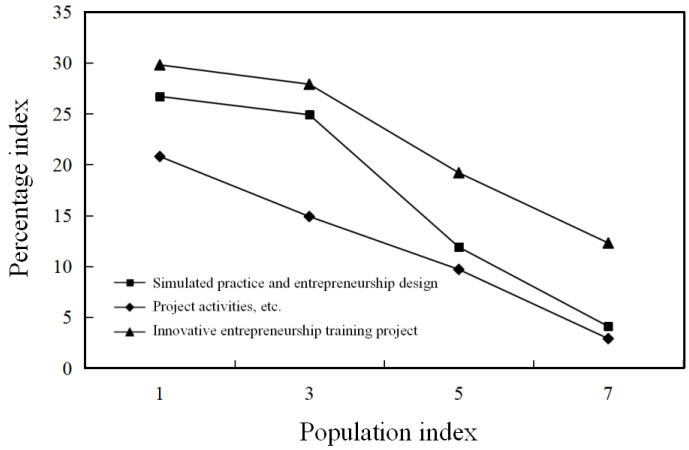



Figure 5 – College Students' Needs for the Construction of Innovation and Entrepreneurship Education Practice System

$$\mathrm{E}\left(\begin{bmatrix} w(p) \\ v(p) \end{bmatrix}\begin{bmatrix} w(q)^{\mathrm{T}} & v(q)^{\mathrm{T}} \end{bmatrix}\right)=\begin{pmatrix} Q & S \\ S^{T} & T \end{pmatrix}\delta_{pq} \tag{2}$$

If k is the set of items that the user w and v users are all given, the user X, y Pearson similarity calculation formula is as follows:

$$\begin{aligned} X(k+1) &= Ax(k)+w(k) \\ y(k) &= Cx(k)+v(k) \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{pmatrix} W_p \\ U_f \\ Y_f \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} R_{11} & 0 & 0 \\ R_{21} & R_{22} & 0 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} Q_1^T \\ Q_2^T \\ Q_3^T \end{pmatrix} \tag{4}$$

$$L=\begin{pmatrix} R_{31} & R_{32} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} R_{11} & 0 \\ R_{21} & R_{22} \end{pmatrix}^{\dagger} \tag{5}$$

Where W refers to the predicted score of user p for item f.

Let Y be the contribution of the f side to X, then:

$$Y_f = \Gamma_i \hat{X}_f + H_i U_f \tag{6}$$

Let Y be the partitioning of the sample library by category, then the entropy representation of Y, as in equation (7).

$$Y_f /_{U_f} W_p = \Gamma_i \hat{X}_f \tag{7}$$

Assuming that the Y sample library is divided by the attribute f, the expected information of the f-to-Y division is Equation (8).

$$Y_f = \hat{Y}_f / \begin{Bmatrix} W_p \\ U_f \end{Bmatrix} = \underbrace{Y_f / U_f W_p}_{L_w W_p} + \underbrace{Y_f /_{W_p} U_f}_{L_u U_f} \tag{8}$$

The information gain of the attribute L on the sample Y is Equation (9).

$$\min_{L_w, L_u} \iint Y_f - (L_w, L_u) \begin{Bmatrix} W_p \\ U_f \end{Bmatrix} \iint_F^2 \tag{9}$$

The confidence level indicates the probability of U occurring when W occurs, and the calculation method is as shown in equation (10).

$$\mathrm{Y}_f = \mathrm{L}_w \mathrm{W}_p + \mathrm{L}_u \mathrm{U}_f \tag{10}$$

In practice, innovation and entrepreneurship education requires teachers to have certain entrepreneurial experiences and experiences, and can combine book experience to impart experience, experience, and experience to entrepreneurs. Enhance students' understanding of entrepreneurship, but there are few teachers with entrepreneurial experience in colleges and universities. Teachers can only teach books to students, and the teaching effect is affected (see Figure 6).

The characteristics of contemporary college students provide a strong support for the development of new needs of college students. To have a keen responsiveness and superior ability to withstand stress, in order to succeed in business, you should have a strong knowledge, including: identification opportunities, interpersonal relationships, market development and teamwork. Colleges and universities should strengthen vocational planning education and carry out counseling for entrepreneurship psychology education. Through professional teachers, scientific tests, survey analysis and other means to help confused college students recognize their abilities, understand their hobbies, help college students plan and develop operational entrepreneurial programs. This requires enterprises to have a forward-looking consideration of staff skills and

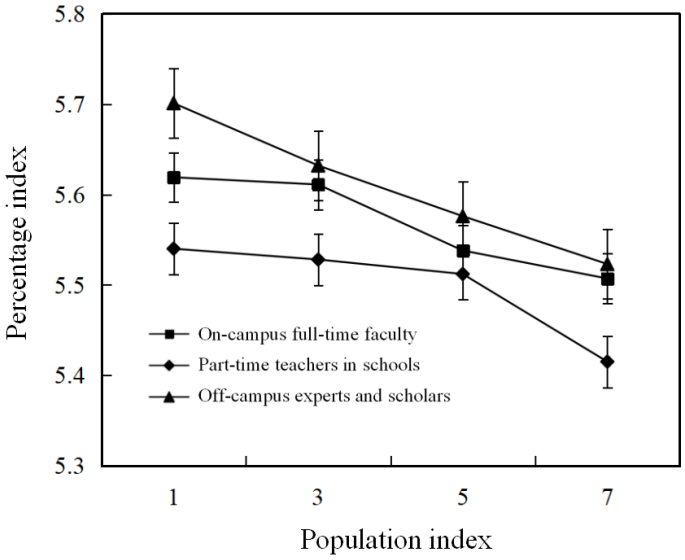



Figure 6 – College Students' Requirements for the Composition of Teachers for Innovation and Entrepreneurship Education

quality, carry out pre employment training for employees, and build Internet + platform for innovation and entrepreneurship. Establish scientific research funds and personnel training funds, set up scientific research topics, set up a reasonable talent echelon, and promote the sustainable development of enterprises under the new normal conditions. The approved financial expenditure is mainly through fund-raising and sponsorship of student entrepreneurship organizations. The director of the middle school is the most important leader. He should have both practical entrepreneurial experience and relevant academic talent. China has also launched numerous entrepreneurship initiatives to create a suitable entrepreneurial atmosphere for colleges and universities and encourage students to apply what they have learned from books to practical actions.

## 4. Conclusions

Faced with the new economic situation of our country, the Internet has changed people's study, work and life style more and more profoundly. Even affecting the whole social process, college students rely on the Internet entrepreneurship has both incomparable and unique advantages. Under the new normal situation, the enthusiasm is unprecedented, but influenced by traditional ideas and the limitation of personal ideological ability, many college students still have many psychological barriers. As a university's training base, colleges and universities need to establish the Internet + thinking. Encourage college students to use the online platform to carry out entrepreneurial practice and achieve the new goal of "starting employment through entrepreneurship". By analyzing

the influencing factors of college students' entrepreneurial psychology, investigating the psychological barriers of college students, taking the right medicine, taking various measures to help college students cultivate good entrepreneurial quality and realize the educational cooperation of schools, families and society. Encourage college students to improve their entrepreneurial cognition, exercise innovative entrepreneurial thinking, and lay a smoother road to entrepreneurial success.

## References

Xia M, Mathematics S O. (2014) University C N. Based on the Structural Equation Model to Cultivate College Students' Entrepreneurship Empirical Research. Journal of Chongqing Normal University, 31(03):135-139.

Yao G, Xu J. (2019) An Application of Entrepreneurship Score Model in College Student Entrepreneurship Education. Lecture Notes in Electrical Engineering, 236: 1099-1106.

Isele E, Rogoff E G. (2014) Senior Entrepreneurship: The New Normal. Public Policy & Aging Report, 24(4): 141-147.

Zhou H, Zhang B, Zheng J, et al. (2020) A Study of the Entrepreneurial Intention and Motivation of Chemical Professional College Students——Based on the 200 Undergraduates' Questionnaire investigation of Class of 2011 and 2012 from College of Chemistry and Chemical Engineering. Journal of Zunyi Normal College, 35(5): 1597-1607.

Christopher Crawford G, Mckelvey B, Lichtenstein B B. (2019) The empirical reality of entrepreneurship: How power law distributed outcomes call for new theory and method. Journal of Business Venturing Insights, 1-2: 3-7.

Chen D, Chen J, Wang Y. (2013) Online Entrepreneurship and E-Commerce Experimental Teaching. Lecture Notes in Electrical Engineering, 216:19-26.

Knight, Melanie. (2013) "New markets must be conquered": Race, gender, and the embodiment of entrepreneurship within texts. The Canadian Geographer / Le Géographe canadien, 57(3): 345-353.

Kai Z. (2016) Design and implementation of college students' entrepreneurship management system based on B/S structure. RISTI (Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao), (17B): 102-114.

Hao D, Sun V J, Yuen M. (2019) Towards a Model of Career Guidance and Counseling for University Students in China. International Journal for the Advancement of Counselling, 37(2): 155-167.

Winkel, Doan. (2023) The Changing Face of Entrepreneurship Education. Journal of Small Business Management, 56(3): 313-314.

Si S, Yu X, Wu A, et al. (2015) Entrepreneurship and poverty reduction: A case study of Yiwu, China. Asia Pacific Journal of Management, 32(1): 119-143.

Levenson M D. (2014) Students in the sciences need to learn entrepreneurial skills. Physics Today, 67(5): 8-8.

Beránek, Ladislav. (2015) The Attitude of the College Students to Entrepreneurial Skills Development in the Subject E-Commerce. Informatics in Education, 2015(1): 1-12.

Markman G D, Russo M, Lumpkin G T, et al. (2019) Entrepreneurship as a Platform for Pursuing Multiple Goals: A Special Issue on Sustainability, Ethics, and Entrepreneurship. Journal of Management Studies, 56(5): 673-694.

Barros D, Figueiredo A. (2015) Crisis, What Crisis? – The Life Goals of University-aged Students During an Ongoing Economic and Financial Crisis. Current Psychology, 34(2): 434-446.

Arts J, Fernandez M L, Lofgren I E. (2014) Coronary heart disease risk factors in college students.. Advances in Nutrition, 5(2): 177-187.

Choi J Y, Chang A K, Choi E J. (2019) Sex differences in social cognitive factors and physical activity in Korean college students. Journal of Physical Therapy Science, 29(6): 1659-1664.

Edoho F M. (2016) Entrepreneurship paradigm in the new millennium: A critique of public policy on entrepreneurship. Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies, 8(2): 279-294.

Gonzalez R, Mandracchia J T, Nicholson B, et al. (2014) Exploring Parenting as a Predictor of Criminogenic Thinking in College Students. Int J Offender Ther Comp Criminol, 58(9): 1081-1100.

Zhao, Litao. (2015) Chinese Society Adjusting to the new normal. East Asian Policy, 07(01): 37-50.

Duarte C, Ferreira C, Trindade I A, et al. (2015) Body image and college women\”s quality of life: The importance of being self-compassionate. Journal of Health Psychology, 20(6): 754-764.

Hechavarría, Diana M. (2016) The impact of culture on national prevalence rates of social and commercial entrepreneurship. International Entrepreneurship and Management Journal, 12(4): 1025-1052.

Crawford G C, Kreiser P M. (2015) Corporate entrepreneurship strategy: extending the integrative framework through the lens of complexity science. Small Business Economics, 45(2): 403-423.

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

Recebido/Submission: 19/05/2023
Aceitação/Acceptance: 14/07/2023

# Reform of Talent Training Mode for Fashion Design Majors Based on Big Data Technology

Danji Qu

**qudanji@163.com**

School of Design and Art, Communication University of Zhejiang, Hangzhou, 310018, Zhejiang, China

**Pages: 650-659**

***Abstract:*** With the continuous development of higher vocational education, the form of training for educational personnel has become more and more diverse. Therefore, this paper proposes a practical research on Talents Training Model of Production, Teaching and Research Combining Costume Design Based on Data Mining Algorithm. Nowadays, it is very necessary to carry out a talent cultivation model for the education profession of big data, and use the circulation of the Internet to construct a model of talent cultivation model combining industry, education and research in costume design. To enhance the relevance of data, data mining algorithms have been added to optimize. In the process of testing against this model, the test results for the functional and efficiency of the culture mode indicate that the study is feasible.

***Keywords:*** Data Mining Algorithm; Costume Design Major; Talent Training; Combination of Production, Study and Research

## 1. Introduction

New models of talent cultivation in clothing design education in China. Therefore, based on the above understanding, there is an urgent need to optimize the research on the talent cultivation model of industry, academia, and research in clothing design education (Qian, 2016). In the traditional mode of cultivating industry, academia, and research personnel in vocational education, the development is not yet mature, and most research is limited to one-sided data research (Cao, 2016). The vigorous development of big data has further development of the talent cultivation model of fashion design industry, academia, and research. As is well known, big data has the ability to integrate comprehensive data and predict changes in demand, which can create feasibility for optimizing production and training models for researchers (Zhao et al., 2015). China's technological level has made significant progress, and the development of big data has had a profound impact on the development of various industries in China (Song, 2016). Education, as the foundation of China, is becoming increasingly important for education. Under the traditional training model for industry, academia, and research personnel, it is very meaningful to use the development to rebuild the cooperation model. And value

(Jin et al., 2017). At present, there is still a significant gap in China's scientific research level compared to developed countries abroad. One of the reasons for this gap is the lag in the cultivation of scientific research and educational talents in Chinese universities. If China wants to make greater progress in scientific research, it must rely on independent innovation. Today, it is necessary to improve the experience of foreign production, learning, and research personnel training models (Chen et al., 2015).

## 2. Related Work

In the development of the training model for industry, university and research personnel abroad, the first country to use big data for integration and optimization is the United States. Due to the developed technology level at that time, the United States gradually realized that in the future development (Yao, 2015). In the future development of the training model of production, education and research personnel, the research, development, and utilization of big data are of great significance in today's society. For the development of Chinese university education, it is necessary to attach importance to research institutions, as they can promote the progress of universities in science and technology, improve their academic level and research strength. However, for the research, development, and utilization of big data, not only advanced technology and equipment are required, but also sufficient talents and teams are needed. Therefore, in order to better utilize big data, Chinese universities need to strengthen the cultivation and introduction of talents in related fields. In addition, Chinese university education also needs to focus on cooperation with the industry. Through cooperation with the industry, it is possible to better understand market demand and technological development trends, and promote the transformation and application of scientific research achievements (Liu et al., 2015). With the application of the big data sharing model, innovative development is increasingly reflected (Yin et al., 2015). The development of the training model of production, study and research personnel in China directly determines the future development of China in the fields of business, education and scientific research. Only by continuously optimizing the training model of production, education and research personnel can we achieve further improvement. The data mining algorithm is mainly aimed at the coordination mechanism and efficiency of cooperation mode, and further improve the industry-university research, the intelligent and humanized talent training model (Zhi et al., 2015). In summary, it is very necessary to optimize the training model of production, study and research talents education in the context of big data, which is an effective means to continuously improve the strength of national scientific research and education (Liang et al., 2017).

## 3. Methodology

### 3.1. Data Mining Algorithm Model Construction

Analyzing the inefficiency of traditional production, research, and training programs for researchers in clothing design is a prerequisite for automated data mining algorithms in clothing design. This article uses data mining algorithms to integrate the search

process, collect lagging factors in production and research personnel training plans, and then use computers to enter the calculation model. Algorithms perform calculations and input information data into improved programs for production, research. In this process, data mining algorithms are used to first obtain data for production and research personnel training plans through the calculation of the following formula, and the titles are encoded. Use specific data to classify program data, and use data mining algorithms to automatically regularization, providing preconditions for the next step. Based on the coding code of this automated production, research and research personnel training program, the N is considered as a branch of the coefficient of the production and research personnel training program. a is the number of genetic coefficients, and $\varphi_B$ is the number of categories of production and research personnel training numbers. a represents the optimization coefficient of the school optimization plan. Through the following formula, the classification and integration plan of the business plan data is obtained.

$$N = 1.2a_G + 1.35\varphi_B a_Q \tag{1}$$

In this formula, considering that the material can be transferred to the optimization system after the material integration is completed, the maximum flow method will be used for the calculation. T represents the number of independent algorithms in the operation optimization of this system. As these algorithms are entered into the overall framework structure, large reform exchanges can be effectively summarized. In addition, A,a represents the training coefficient of industry, university and research personnel. Through the support of the coefficient, it is possible to obtain the position that overlaps with the current development trend in the process of calculation, as shown in the following formula:

$$\sum \frac{n_i}{\sum n_i} \times \frac{\sum n_i}{N_i} = Z \tag{2}$$

When solving management operation optimization problems, determining the optimal node coefficient is only the first step. Next, we need to calculate the optimal management operation plan based on the optimal node coefficients and other constraints. This process usually involves constructing a mathematical model, converting various factors and constraints of the problem into mathematical formulas, and then using optimization algorithms to solve the model. Specifically, we can express the optimization problem of management operations as a mathematical programming problem, such as a linear programming or integer programming problem. Then, we can use existing optimization software or libraries (such as Python's SciPy library or CPLEX) to solve this problem.

$$Z = \frac{u_i}{2} + u_i^{\,2} + \frac{o_i}{o^{0.8}} - \frac{2o_i}{u_i} \tag{3}$$

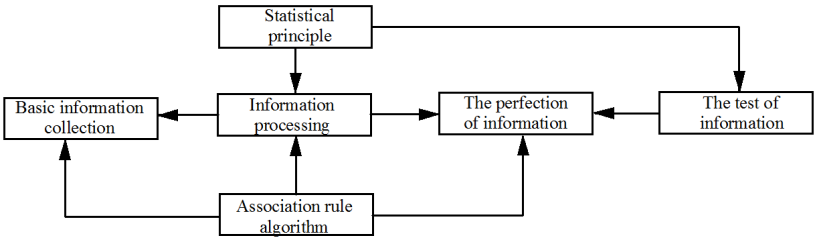



Figure 1 – The implementation process of automatic algorithm

Firstly, it is assumed that both algorithms and optimization hybrid algorithms are algorithms used to solve specific problems. Hypothetical algorithms are usually based on certain assumptions or prerequisites, while optimizing hybrid algorithms involves combining different algorithms or technologies to obtain better solutions. In terms of ensuring output accuracy, we can take the following measures: ensure that the premise conditions of the hypothetical algorithm and the combination method of the optimized hybrid algorithm are reasonable and correct. If the prerequisite or combination method is incorrect, it may lead to errors or deviations in the output results. For optimizing hybrid algorithms, we can use known optimal solutions or empirical values to verify the accuracy of the output results. For example, we can compare the output of the optimized hybrid algorithm with the known optimal solution to evaluate the accuracy of the algorithm. There are now m kinds of production and research personnel training programs, and the expectation vector during the investment period is

$$\mathrm{x} = (x1, x2, \ldots, xm)^t \tag{4}$$

Then the matrix is:

$$\sum = (\sigma_{ij})\mathrm{m} \times m \tag{5}$$

Scheme combination vector:

$$\mathrm{w} = (w1, w2, \ldots, wm)^t \tag{6}$$

The proportion of the i-th production and research personnel training program is:

$$w_i (i = 1,2,\ldots,n) \tag{7}$$

According to the calculation, two formulas are obtained:

$$r = w^t X \tag{8}$$

$$\sigma = \mathrm{w}^t \sum w \tag{9}$$

The r in the first formula is the expected formula, and the second formula is the choice variance during the investment period.

The model parameters are constructed by coding, and the model parameters are constructed by coding in the construction of model parameters. In this model, floating-point coding is used, and each floating-point number characterizes the vertex position and the bottom half width of the triangle membership function. In this paper, the floating-point coding is different from the general coding method in that the coding of the output control quantity is removed in the process of this coding. This measure does not affect the final output result, and effectively guarantees the time cost of the coding process. Save a lot of coding time. The specific coding is shown in the following table:

| **Regular part** | | | **Vertex Position** | | | **Half width of the bottom** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 | C2 | C3 |
| A=(-2——2) | | | B=(2——3) | | | C=(2——2.5) | | |

Table 1 – Chromosome coding table

According to market demand and industry development trends, vocational education should strengthen the provision of courses related to big data technology, such as data analysis, data mining, machine learning, etc. At the same time, attention should be paid to the establishment of practical courses to improve students' practical operation abilities. Vocational education can collaborate with enterprises to carry out research and talent cultivation. By collaborating with enterprises, students can better understand industry development trends and market demands, while also obtaining more practical opportunities and skill training. Vocational education can establish a talent database to collect employment information, career development, and other information of graduates. Through data analysis, understand the employment situation and development trends of graduates, and provide reference for subsequent talent cultivation.

### 3.2. Optimization of Talent Training Mode for Fashion Design Industry, University and Research Based on Data Mining Algorithms

The data flow in the calculation process of the whole model data is not a single item transfer, but exists in a specific feedback mechanism. After the data is calculated, the failed data stream will be intercepted, but this part of the data will not be intercepted. It is directly discarded, but it is transferred to the cross-variation and then reused, which will not cause a lot of data waste. The cross-mutated population is reselected by the

model if it meets the conditions for the simulation to stop. Then, the factors influencing the education of colleges and universities are analyzed to analyze the key factors. Set the parameters to: population size = 10, chromosome length = 16, maximum post-algebra = 70, hybridization rate = 0.7, and the mutation rate = 0.125. The results obtained are shown in the following table 2.

| | A1 | A2 | W |
|---|---|---|---|
| exact solution | 0.78 | 0.34 | 0.46 |
| Association Algorithm | 0.73 | 0.36 | 0.51 |
| genetic algorithm | 0.71 | 0.45 | 0.57 |

Table 2 – Three bar calculation results

Data mining algorithms have wide applications in many fields, such as business, healthcare, education, scientific research, etc. These algorithms help people better understand the inherent laws and characteristics of data by calculating and integrating information data, thus making more accurate decisions. Data mining algorithms will select valuable information from a large amount of data based on different paths and features. For example, in decision tree algorithms, the algorithm divides data based on different features to find the optimal partitioning path. Data mining algorithms typically require automated model construction to classify, cluster, and regress data. Automated models can greatly improve the efficiency and accuracy of data processing, while also reducing the possibility of human errors. In summary, data mining algorithms in the calculation and integration process of information data help people better understand and utilize data by focusing on path selection and automated models, thus making more accurate decisions. As shown figure 2.

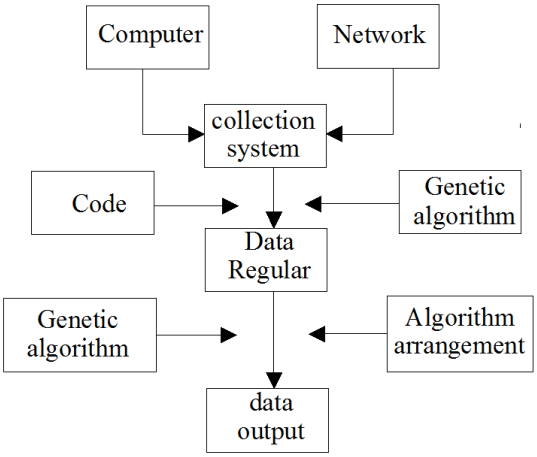



Figure 2 – The application process of genetic algorithm

## 4. Result Analysis and Discussion

In the test part, four models study and research personnel training in the university were selected to test the model. The four classes were numbered as Q1, Q2, Q3 and Q4, and then the correctness of the influencing factors of the model results was scored. The output stability score and the weight of the influencing factors are tabulated as follows:

| | Impact factor correctness score | Output stability score | Influence factor weight |
|---|---|---|---|
| Q1 | 5.32 | 5.22 | 4.39 |
| Q2 | 5.35 | 5.12 | 4.32 |
| Q3 | 5.37 | 5.32 | 6.32 |
| Q4 | 5.39 | 5.52 | 5.41 |

Table 3 – Model stability score table

It can be seen from the above table that the selected scores of the model output results of the four production and research personnel training programs of the university, Q1, Q2, Q3, and Q4, the correctness of the influencing factors, the output stability, and the weight of the influencing factors meet the requirements. The main reason for the lower reason is that a small server was selected in this test due to funding. The computing power of the server is limited and the storage space is limited. Although there are data mining algorithms for model optimization, the hardware level is After all, it is lower, so it leads to lower scores in the test results. In the future, when this model is really used in university research, it will use a larger server to provide effective services for tens of thousands of students in the entire university. It is true that the increase in server computing power and storage space will result in an increase in the scores in the above table. In the following, and the specific results are made into a line chart as show in figure 3.

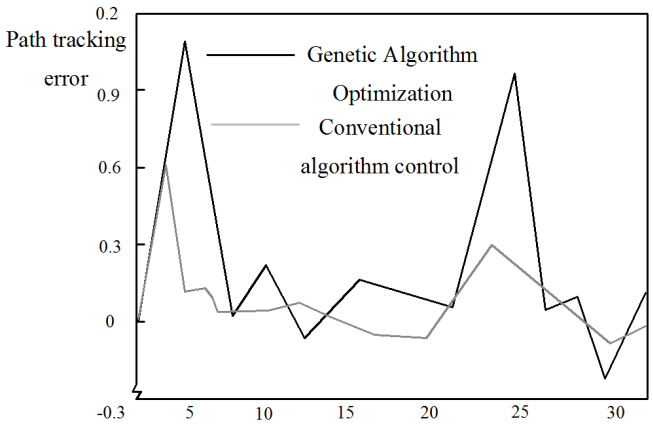



Figure 3 – Comparison of genetic algorithm optimization and fuzzy control algorithm

When mining data, it is often affected by various interferences, including noise, outliers, missing values, etc. These interferences may have adverse effects on the accuracy and stability of the algorithm. Therefore, optimizing data mining algorithms is very important. By optimizing data mining algorithms, interference data can be better processed, thereby improving the accuracy and stability of the model. For example, some optimization algorithms can preprocess data to remove noise and outliers; Alternatively, by improving the parameter settings of the algorithm, the robustness and stability of the algorithm can be improved. In addition, some optimization algorithms can further optimize the model by utilizing the characteristics of time-varying continuous interference. For example, adaptive filtering technology can be used to adaptively adjust model parameters based on changes in interference, thereby improving the model's ability to suppress time-varying continuous interference. In summary, by optimizing data mining algorithms, more accurate and stable data mining models can be obtained, which can better handle time-varying continuous interference and improve the efficiency and accuracy of data mining. The final output is also in line with the expected goal of this research. The construction of this model is successful.

In the test process, the computer uses the memory 2GB, frequency 1.60HZ specifications, using Matlab6.0 software programming, each process is calculated 50 times, calculate the average. The results are as follows in table 4.

| α | λ | 0.0 | 0.2 | 0.4 |
|---|---|---|---|---|
| 0.75 | f | 3.733e-04 | -2.1853e-02 | -4.4643-02 |
| | T | 37.1900 | 28.1700 | 27.4745 |
| 0.80 | f | 3.733le-04 | -2.184-02 | -4.2345-04 |
| | T | 33.3933 | 32.4678 | 39.4366 |
| 0.85 | f | 3.7330-04 | 2.1897-03 | -5.3355-04 |
| | T | 37.2733 | 40.0700 | 40.3235 |
| 0.90 | f | 3.733e-04 | -2.1853-02 | -3.4258-02 |
| | T | 40.2867 | 57.7400 | 45.6746 |
| minf | | 40.3724 | 57.3455 | 34.5345 |

Table 4 – Calculation results

The total data mining algorithm does not exceed 1 minute, and the calculation time increases with the increase of the value. It can be concluded that the algorithm is more efficient. However, regardless of the range of values, the overall result is still the same, no matter how much you can calculate the optimal combination. Comparing the average value obtained in the above table with the optimal solution, it is found that the difference between the two values does not exceed 0.02, that is, the variation value of the chromosome does not exceed 0.02, so the data mining algorithm is relatively stable. According to the above four values of 0.75, 0.80, 0.85, and 0.90, respectively, the best solution is obtained, and the effect is better when the value is 0.85. It shows that the data mining algorithm used in this paper has good calculation accuracy in the

design field of production and research personnel training program. This proves that the research in this paper exceeds the previous research. The most important thing is the computational accuracy of the algorithm. The inaccuracy of the accuracy of an algorithm directly proves that the algorithm is not feasible. As shown in the above figure, firstly, the calculation accuracy of the control group was found to be the lowest. The calculation accuracy of the control is the lowest accuracy of the first group, and the highest accuracy is the third group. The degree is 85%. The calculation accuracy of the control group is relatively average, around 85%, which is a better algorithm, which can meet the usual calculation requirements, but for the algorithm, the highest calculation accuracy is the fifth group, there are 95 The calculation accuracy of %, the lowest calculation accuracy is also 95%, generally about 10% higher than the calculation accuracy of the control group. The algorithm further proved to be feasible.

## 5. Conclusions

Data mining algorithms can effectively extract useful information from clothing design, providing designers with more accurate design references. For example, using association rule algorithms, the association relationships between clothing colors, styles, materials, etc. can be discovered, providing designers with matching suggestions. Data mining algorithms can help designers better understand consumer needs and market trends. By analyzing consumer purchasing behavior, evaluation information, and other data, we can understand consumer needs and preferences, and provide designers with more specific design ideas. Data mining algorithms can improve the automation level of clothing design, reduce the impact of human factors on design, and thus improve the stability and reliability of design. For example, using machine learning algorithms, the popularity of new designs can be automatically predicted based on historical design data, reducing human judgment errors, the model of four production and research personnel training in the university was selected firstly. After the data mining algorithm was added, the whole model optimization was more obvious. Secondly, in the research on the fitness test of data mining algorithm, the average value is compared with the optimal solution, and the difference between the two values is found to be no more than 0.02. The whole test shows that the algorithm is feasible. However, in this study, the adaptability of the algorithm is not tested, and the subsequent research pays attention to it.

## References

Cao S, University N N. (2016) Empirical Analysis on the Development of Vocational Education Research in China in Recent Ten Years——Based on General Projects of Humanity and Social Science Research from Ministry of Education during Periods of Eleventh Five-Plan and Twelfth Five-Plan. Vocational & Technical Education, 141: 105.

Chen L. (2015) Research on Information Literacy Education in Higher Vocational Colleges under the Background of Modern Vocational Education System. Jiangsu Science & Technology Information, 73: 44-48.

Jin-Feng F U, Zhang Z J, Guang-De L I. (2017) The Research on Problems and Countermeasures of Rural Distance Higher Vocational Education under the “New Normal”——By Taking “One College Student in One Village Program” of Ministry of Education as Example. Adult Education, 13(1): e0205.

Liang H, Cui J, Li C G, et al. (2017) Research on the harmonious development of college students’ Party building work and theme education activities——Taking Dalian Economic and Management College as an example. Journal of Jiamusi Vocational Institute, 64: 23-38.

Liu Z Y, Guan-Wen L I. (2015) The Research of Vocational Education Reform Development Direction under the Background of Industrial Upgrading. Journal of Liaoning Higher Vocational, 28: 117-130.

Qian G M. (2016) Research on the New Mode of Enterprise Cooperation Chinese Medicine Specialty in Higher Vocational Education Based on the Platform of “Zhe-ba-wei”. Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine & Pharmacy, 10(3): 287-298.

Song C. (2016) System development and realization of computer-aided clothing remote design. RISTI (Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao), (E9): 1-14.

Yao Z. (2015) Optimization and design of teaching process of the theory-practice integrated teaching mode. Education Teaching Forum, 49(12): 1062-1067.

Yin H M, Department F. (2015) Research on the Ideological and Political Education of Higher Vocational Students in the Background of the Micro- times. Journal of Hubei Correspondence University, 22(1): 1-30.

Zhao G, Liu C, Zhang C, et al. (2015) On the Cultivation of Innovation and Entrepreneurship Ability of Undergraduates under the Production study-research Cooperation Education——Based on the Practice of College of Life Science at Jilin University. Vocational & Technical Education, 59: 254-261.

Zhi-Qiang L I, Zhu Q Y. (2015) Research and Practice of School-enterprise Cooperation Mode in the Pearl River Delta Region——A Case Study in the Modern Service Industry Major. Vocational Education Research: 408-413.

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

Recebido/Submission: 20/05/2023
Aceitação/Acceptance: 28/07/2023

# The Impact of Animation and Film English Education Environment on Students' Psychological Health

Mian Wang

**wm20230415@126.com**

Henan Polytechnic Institute, Nanyang, Henan, 473000, China

**Pages: 660-671**

***Abstract:*** In the current daily learning and life of students, anime culture is almost ubiquitous, and the endless emergence of anime works also greatly enriches students' spiritual and entertainment lives. And to a certain extent, it affects the psychological development of students. In this context, we explore the specific impact of anime works on students' psychological development from both positive and negative perspectives, in order to help people dialectically view anime works. Anime works are widely welcomed and loved by elementary school students due to their various advantages such as vivid and three-dimensional character images, exaggerated and interesting storylines, etc. By understanding the actual impact of anime works on the psychological development of primary school students, it is helpful for people to use anime works reasonably to guide them correctly. Help them to develop a healthy personality, form positive and correct ideological values, and effectively promote the comprehensive physical and mental development of primary school students.

***Keywords:*** Animation and Film English Education; Mobile Intelligent Terminal; System Construction

## 1. Introduction

Animation is a collective term and abbreviation for animation and comics. People generally refer to comics that belong to printed matter and animations that belong to film and television as anime. At the beginning, anime was only presented in paper form and had a relatively small popularity, with entertainment as the main focus and minimal educational function. With the progress of the times and the development of technology, while maintaining the use of comics as a carrier, anime is gradually transitioning to new animation carriers based on modern information dissemination technologies such as movies, television, and audiovisual products, and developing at multiple levels such as entertainment, culture, and education. At present, both animation and comics have developed relatively mature carriers. In today's rapidly developing society, the emergence of anime has become a unique social and cultural phenomenon. Animation plays an important role in the growth of young people, and studying the psychological impact of animation on young people has certain social and contemporary significance. The adolescence stage is a period of formation of worldviews, outlooks on life, and values,

during which human natural and social attributes continue to mature in development. Anime has its unique charm, and as an important audience for anime products, teenagers have their own spiritual needs and strong sense of identification with anime. Animation has a subtle guiding effect on the values of young people, and has a significant impact on their cognitive and psychological development that cannot be ignored. These impacts have both positive and negative aspects.

Anime combines visual, auditory, and kinesthetic elements through vivid visuals and dynamic music, providing strong stimulation to the senses of teenagers in a short period of time. Today's anime works have evolved from using paper as a carrier to using movies, television, and the internet as a carrier, achieving a transformation from a single visual stimulus to a comprehensive sensory stimulus. Teenagers' cognitive abilities are in a rapidly developing stage and their overall grasp of things is not strong. But at the same time, they have a sensitive sense of perception and can actively respond to external stimuli, making them the main audience group for anime. Animation mainly affects teenagers' perception from three aspects: theme, visual design, and music. The so-called theme is the central idea to be expressed in an anime work, which is the core part of the anime work. At present, the themes of anime works are very rich, and each theme is relatively evenly distributed, covering various aspects such as reality, mythology, war, history, education, fairy tales, adventure, sports, science fiction, etc. Behind almost every anime work loved by teenagers, there is a thought-provoking theme. Animation is a consumer carrier of visual culture, which must first be perceived by the audience's vision before it can spread and ultimately enter people's hearts. Although there are various forms of expression in anime, the visual design is always an important factor that affects the intuitive perception of anime by fans. Many anime scenes from Japan, Europe and America are exquisitely depicted with the assistance of computers. Many of the detailed expressions, shadows, movements, backgrounds, etc. in the work are realistic, such as the movement of objects, the movements of characters, the contrast between light and dark, the changes in facial expressions, and the highlighting of three-dimensional sense. In the era of rapid development of the animation industry, only deeply ingrained visual design can meet the needs of modern youth anime fans. Anime has a huge fan base, and anime theme songs have officially become an important branch of popular music. The lyrics, style, and melody of many anime themed songs can be compared to or even surpassed by popular music in the past.

In the information age, the influence of animation and film English education is increasingly strengthening, and the development of education also faces significant opportunities and challenges. The innovation of ideological and political theory courses in universities has been a hot topic of discussion in recent years. In December 2013, Liu Qichen, Minister of the Propaganda Department of the Central Committee, emphasized at the National Conference on the Proposal Work of the Communist Party of China for College Students that "we should improve the teaching methods of ideological and political theory classes, conduct ideological and theoretical courses well, and improve the teaching methods of ideological and political theory courses. It is precisely based on this that utilizing cloud classroom teaching platforms to seek innovation in teaching methods for animation and film English education, and applying modern information technology to ideological and theoretical classrooms, can be a choice (Chen, 2016). The mobile phone in the hands of students is used as a mobile interactive learning tool. In

the current era, most students use smartphones, and not many students play with them in the classroom (Smith and Grant, 2016). Nowadays, undergraduate education targets young students after the age of 90. They are curious about new things, use their phones as learning tools, ask questions online, and express their opinions on a certain issue online. This is what many students in the 95s were willing to do (Bin, 2017). This form can stimulate students' enthusiasm for learning.

## 2. Related Work

The popularity of anime art among students has played a significant role in their daily lives. In China, many students have become an invisible part of the huge anime and entertainment consumption market. Entertainment consumer products related to anime art have also been integrated into every aspect of our lives, and it can be said that anime art has become inseparable from students' lives. Animation art can effectively alleviate the psychological pressure of contemporary students. With the rapid development of animation technology and information dissemination technology, our learning and life are undergoing tremendous changes. Especially for contemporary students born in the digital age, they are direct beneficiaries and beneficiaries of economic and technological development. These student groups generally have a mild temperament, but they do not lack their own frankness and extreme personality, and like simple and beautiful things. And enjoy a relaxed and simple life. This is the indelible imprint of the characteristics of the times on contemporary students. When they face various pressures in society and real life alone, they all express the same desire, which is to break through the limitations and constraints of real life and fully showcase their individuality. However, reality is unavoidable, so they urgently need to find a hypothetical paradise, a space where they can hide from being hurt. Contemporary students are eager to find an ideal medium that can release this pressure and negative emotions. Or finding a free space that can temporarily distance oneself from reality, a space that belongs to oneself. In this free space, they can open their hearts without hesitation, vent freely, and do whatever they want to do. Animation art emerged in this context and immediately served as a medium for contemporary students to vent their depression and troubles. The relaxed and humorous images and dialogues in anime timely alleviate students' dull psychology in learning and life, allowing them to find empathy and obtain spiritual release and stress relief, and learn to face setbacks with a humorous attitude. In the ethereal world of anime, the value that contemporary students cannot achieve in real life can be reflected in anime. The sense of frustration in reality has gradually disappeared in virtual anime art, and the inner fear and fear have also been temporarily comforted. The sense of loss and weakness has also been greatly compensated and satisfied.

With the rapid development of intelligent mobile terminals, smartphones, tablets, and other intelligent mobile devices, as lighter, faster, and stronger general-purpose personal computer devices, play an important role in the learning and life of college students (Du, 2017). According to a 2014 report by CNNIC, the mobile phone usage rate of Chinese netizens exceeds the PC usage rate by 83.4%, becoming the largest internet terminal device. Students are the largest group of Chinese netizens, accounting for 25.1% of the total number of netizens. The widespread application of intelligent mobile terminals in the field of education has broadened the channels for college students to access learning

resources. It has changed the single traditional teaching mode and transformed the intelligent transformation of teaching carriers. Nowadays, traditional teaching models are transitioning from educators to learners, from teaching resources to teaching content, and from teaching effectiveness to teaching management (Yijun, 2017). Mobile learning based on mobile terminals has also become a new form of education and teaching. The traditional teaching mode yearns to combine with the emerging mobile information technology and make up for its shortcomings through the advantages of mobile information technology. This new integration should also be introduced into the practical teaching field of ideological and political courses. Due to time and space limitations, the existing practical teaching of ideological and political courses is difficult to stimulate students' enthusiasm and emotions for participation. The expected goals of practical teaching in anime English courses are not conducive to achieving (Shugen, 2017). By fully leveraging the advantages of intelligent mobile terminals, the concept of "ubiquitous learning with resources around" mobile learning is introduced into the traditional practical teaching of ideological and political courses. Use mobile technology to combine the practical teaching of ideological and political education with intelligent mobile terminals, and provide high-quality ubiquitous learning resources for learners through the seamless integration of information space and physical space. The closer integration of real teaching scenarios and online mobile teaching resources enriches learners' learning experience and meets their learning needs. Finally, the goal of improving the quality and effectiveness of practical teaching in anime English courses was achieved (Arora, 2017). Multimedia has shown great advantages in the field of assisted teaching. Huang analyzed the application of multimedia in the teaching of British and American literature. The construction of multimedia teaching mode is not only a change in technological means, but also a change in teaching mode. Multimedia assisted teaching of British and American literature can increase students' interest and enhance their sensory stimulation (Huang, 2016).

## 3. Methodology

### 3.1. Optimization analysis of neuropsychological network

First, the initial population is generated. The efficiency of the genetic algorithm varies greatly with the size of the population. When the population is large, the diversity of individuals can be increased, and the optimal solution is easy to find, but at the same time, the algorithm convergence time will also extend. When the number of population is small, the convergence speed of algorithm can be speeded up, but at the same time, it also increases its possibility of falling into local minimum. Then fitness function is constructed as the main index to describe individual performance in genetic algorithm. The bigger the fitness value is, the better the individual performance is. On the contrary, the smaller the fitness value is, the worse the individual performance is. In genetic algorithm, fitness must take more than or equal to 0. The objective function is converted into a fitness function on the premise of two basic principles: 1. The fitness value must be greater than 0; 2. The direction of the change of the objective function (such as the change of the maximum value of the objective function or the minimum value) should be in the same direction as the variation direction of the fitness function in the process of

population evolution. To make the accuracy function of the network reach the minimum, the radial basis neural network must be trained. The error between the expected output and the actual output of the network determines the accuracy level. Therefore, the fitness function is established as:

$$fitness = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{k}\left[Y_j(i) - \overline{Y}_j(i)\right]^2} \tag{1}$$

Among them, $Y_j(i)$ and $\overline{Y}_j(i)$ represent the time input and expected output of the training data I at the j output connection, and K and N are the number of output nodes and the number of input data respectively. Then we choose the operation, and the gambling wheel selection (proportional selection) method is selected to operate. This selection operation is the most common operation in genetic algorithm selection. In this selection method, the wheel is the sum of the fitness of all individuals. According to the size of the fitness of each individual, each individual corresponds to some parts of the wheel in the wheel. The selected individual is the corresponding individual on the roulette wheel after rotation. The specific method of applying computer operation is: One is for $\sum F$, namely for fitness after the cumulative fitness of all individuals and groups in the previous generation; The two is to establish the corresponding relationship between individual and $\left[0, \sum F\right]$, and establish the fitness value of each individual. The three is to produce a random number in the $\left[0, \sum F\right]$ range; 4. The individual corresponding to the area where the random number is located is selected. This process shows that the greater the fitness of individuals is, the greater the probability of being selected. Then the crossover operation is based on the real coding method in this paper. The 3 point arithmetic crossover scheme is used as the cross operation mode in this paper. Its specific steps are as follows: 3 random numbers are first generated, and then transformed into the real number locations that need cross operation. Finally, arithmetic crossover method is applied to calculate 3 pairs of real numbers to generate the next generation group. Using arithmetic crossover to perform operations on Xk and Yk in the parent chromosome is assumed to be:

$$\begin{cases} X_k^{l+1} = \beta X_k^l + (1-\beta) Y_k^l \\ X_k^{l+1} \beta Y_k^l + (1-\beta) Y_k^l \end{cases} \tag{2}$$

In the formula, $\beta$ is a constant within the range of (0, 1). Then we do the mutation operation. In binary encoding, we need to take the inverse operation of the selected variants first. If it is "1", it will become "0", if it is "0", it will become "1". However, the real number coding is adopted, which is far different from binary encoding. The 2 point mutation method is adopted. First, the location of the variation point is randomly generated. The method is the same as the selection method of the intersection point, and then the 2 random numbers are generated within the range of parameter values. They are used to replace all the real numbers of the variation point. The new individuals after replacement are selected as the next generation of chromosomes.

The membership function of triangle is widely used to determine the membership of each grade. In order to eliminate the unreasonable phenomenon caused by the adjacent level jump, the data passing midpoint is processed fuzziness. The midpoint of each rank interval is used as the cut-off point. When the index enters the midpoint of the interval, the membership degree of the index to this grade is 1. When entering the middle point of the adjacent area, the membership degree of this grade is 0, that is, 0) $u_{vi}(u_i)=1,u.$ According to the characteristics of the index, the membership function is formulated as a linear function. The membership function between 1 and 0 indexes can be obtained from the membership functions of the interval (or the corresponding commentary V in this area). Its function curve is shown in Figure 1.

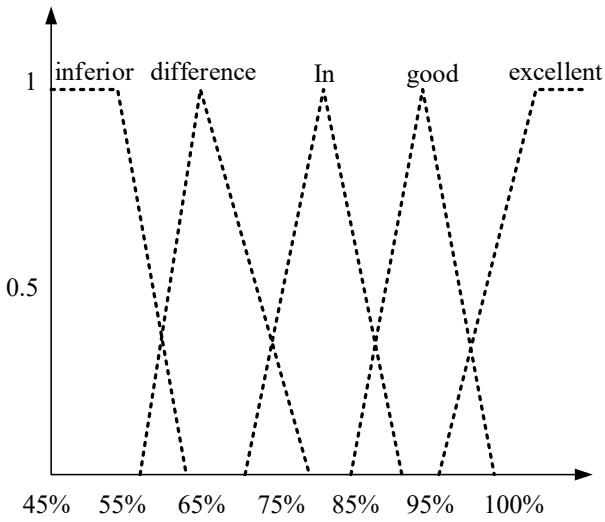



Figure 1 – Degree of membership of different grades

### 3.2. Analysis of local outlier algorithm

First, the hypothesis of density based local outlier detection algorithm is put forward. The local outliers are divided into non outliers and outliers. The former density is roughly the same as the adjacent areas, and the latter density is quite different from the adjacent ones. The main direction of this assumption is to compare the local outliers with the density of adjacent areas and surrounding areas. Then, by studying the density of objects and adjacent regions, the degree of outliers is defined by local outliers. Because local outliers are locality, LOF is closely related to the range of adjacent regions. The local outlier factor can be expressed in form. The k- distance of object o is defined as: distk(o). The k- adjacent area of object o is defined as dist (o, o):

$$N_k(o)=\{0'|0'\in D\backslash\{0\},\ dist(0,0')\le dist_k(0)\} \quad (3)$$

The reachable distance from the object o to the P is defined as: reach_distk(o,p):

$$reach\_dist_k(o,p) = \max\{dist_k(p), dist_k(o,p)\} \tag{4}$$

The local reachable density of the object o is defined as: Irdk(o):

$$Ird_k(o) = 1/\left(\frac{\sum_{p\in N_t(o)} reach\_dist_k(o,p)}{|N_k(o)|}\right) = \frac{|N_k(o)|}{\sum_{p\in N_t(o)} reach\_dist_k(o,p)} \tag{5}$$

The local outlier factor of the object o is defined as: lofk(o):

$$_{lofk}(o) = \frac{\sum_{p\in N_k(o)} \frac{lrd_k(p)}{lrd_k(o)}}{|N_k(o)|} = \sum_{p\in N_k(o)} lrd_k(p) \sum_{p\in N_k(o)} reach\_dist_k(o,p) \tag{6}$$

The upper (6) can calculate the outlier point factor, in which LOF represents the average of the ratio between the maximum density of the k- adjacent objects of the O and the maximum density that can be realized by itself. It can be seen from the format that with the enhancement of the distance between O and its adjacent k- objects and the increase of the maximum density value that can be realized, the LOF of the O is also increasing, the higher the probability of the most outlier point.

The definition and rules of LOF can be understood well. Some objects are hidden within the same cluster, so LOF can be set to 1. Therefore, no matter how dense the cluster is, the outliers of cluster objects can be correctly attacked. The main function of LOF is to reflect the density of objects. The conclusion is relative to the area adjacent to k-. After the distance is determined, K is the only parameter of LOF, which improves the convenience of operation. The calculation of LOF has certain conditions, that is, the number of objects is not less than one percent, and it is processed according to the actual situation, according to the user's pre-specified requirements, $k_{\text{最}} = r * |D|$, r refers to the highest number of outliers in the total number of objects ratio. From the above, we can use formula (5) to make the value range of the parameter k be calculated. When r is brought into the formula, the result can be obtained immediately. There are two n-dimensional objects of I and j, $i = (x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{in})$ and $j = (x_{j1}, x_{j2}, ..., x_{jn})$. Using the Manhattan distance metric is to add the absolute values of the attributes to solve, using the following formula:

$$d(i,j) = |x_{i1} - x_{j1}| + |x_{i2} - x_{j2}| + ... + |x_{in} - x_{jn}| \tag{7}$$

The Euclidean distance metric is used to solve the square root of the square sum of the difference of the same attribute object.

$$d(i,j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1}^2) + (x_{i2} - x_{j2}^2) + ... + (x_{in} - x_{jn}^2)} \tag{8}$$

The Minkowski distance metric is based on the distance between Manhattan and Euclidean distance, where h is the real number and $h \geq 1$. The n-dimensional object $w = (w_1, w_2, ..., w_n)$ is used to represent the weight vector. And the Euclidean distance is weighted on the basis of Euclidean distance, and the corresponding weights are added to different objects. As follows:

$$d(i,j) = \sqrt{w_1 * (x_{i1} - x_{j1}) + w_2 * (x_{i2} - x_{j2}) + ... + w_n * (x_{in} - x_{jn})} \quad (9)$$

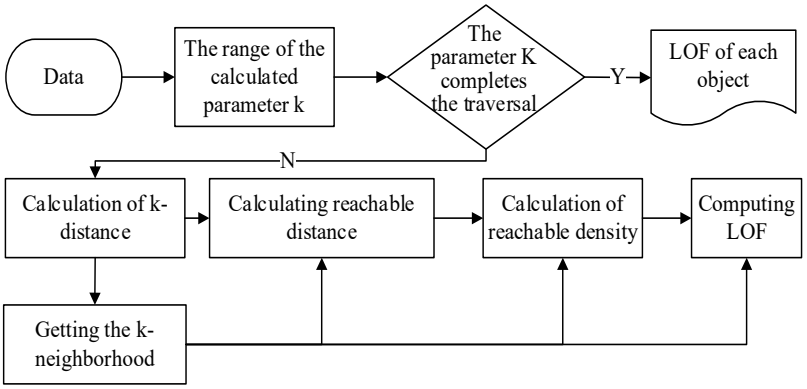



Figure 2 – Flow chart for calculating LOF

The above four ways of distance measurement have their own characteristics. They should be analyzed from different angles. From the topology analysis, the difference of measurement values will lead to the difference in the distance, and the nature is not the same, so it should be selected according to the actual situation. Student's learning state is studied. Because different courses have different hours and credits, so they may become the reasons that affect students' learning state. Euclidean distance metric is used as distance metric, where credit reflects the weight vector. According to the definition of local outliers, the LOF flow chart is obtained as shown in Figure 1. In the flow chart, the first step is to get the preprocessed data and calculate the range of the parameter K. The second step is to calculate the LOF corresponding to each k separately. The third step is to calculate the drunken LOF from different K values as determined value, used to embody the outlier degree.

## 4. Result Analysis and Discussion

Before calculating the LOF, it is necessary to determine the range of the parameter K. According to the range of K, the LOF of each object under each k is calculated, and then the maximum LOF of each object under different K is selected as its final LOF. As shown in Figure 3, the horizontal axis represents the object, the longitudinal axis corresponds to its LOF, and the LOF at the dashed line is 1. From the vertical axis, most of the objects are located in the interval [1, 1.2]. With the increase of LOF, the density of the black dots is decreasing, and the degree of outliers is increasing.

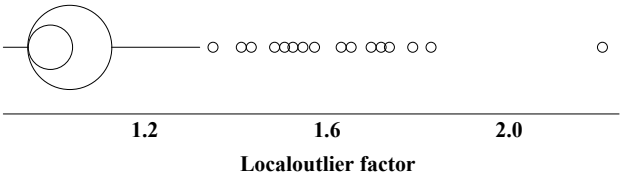



Figure 3 – A box diagram of LOF for all students

After that, the LOF of each object is obtained, and the four point method is used to detect outliers. All students' LOF box diagram, as shown in Figure 3, shows the LOF value in the abscissa, and the black point in the picture is the outlier point. There are 19 outgoing students in this grade, and the LOF is not less than 1.33.

Then the learning state is analyzed. In this problem, students with abnormal learning status are students who need student workers to guide them individually, that is, the students who need to allocate additional educational management resources. After these steps, the interested outliers were acquired. But whether these outgoing students are students with abnormal state of learning, this section will further judge the outgoing students through other information about the student. At the same time, the effectiveness of hybrid two stage outlier detection algorithms is analyzed. Due to the fact that the number of outliers is too small, and the amount of data accumulated is too small, the classification model cannot be established at present. With the deepening of research and the accumulation of data, future classification models can be established to discriminate outliers automatically. The way of manual analysis is used to determine whether the outliers are students with abnormal learning state. The result of artificial analysis has been approved by some student workers.

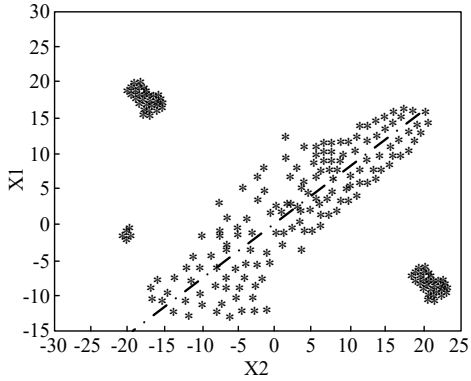



Figure 4 – Regression

In this study, the number of outliers was 19. 19 students' learning information data are sorted and analyzed, as shown in Table 2. In this ranking, the object is 258 students in

this grade. The first column in the form is to numbered all the students, which reflects the student's compliance with the requirements of outliers in a bold way (the data in the table is used to determine whether the student meets the requirements of the outgoing object, but the number is not the criterion to determine the basis, and a comprehensive analysis must be made from the overall situation). The two indexes are used as the basis of judgment, which are the average results of five mathematics and the average results of two physics. Mainly because the proportion of the mathematics credits is 29.37%, the proportion of the physical credits is 12.7070%, the proportion of the occupying is relatively high, and it can better reflect the overall performance of the students.

And then observe the information of the outgoing students one by one, for example, student No. 316, who has a course that is not passed, that is a course of Ideological and moral cultivation and the basic law of law, and the only student who failed the whole grade for this subject. In addition, No. 316 students have six subjects to reach the highest grade of 10070, and there are four subjects in the lowest grade of 10070, which can be seen to be very serious. The analysis of the 128 students found that the last semester in the first grade of the University was divided into 84.94 points on average, and the next semester was divided into 92.56 points on average. In the second semester of the sophomore, the average score fell to 71.85. The average of the three terms was nearly 20 points from the lowest. And the subjects of Ideological and political curriculum design did not achieve the passing standard, and the examination results were extremely unstable. Taking four of the students as an example, the students' learning status was judged by analyzing the exam results of the three term, and the analysis of the learning state of the outgoing students was similar to this, and the results of the next table 1 were obtained. Because no quantitative rule is used as a standard, the judgement of students' learning state is mainly based on the main motives of outliers and general judgement. To sum up, the judgement of students' learning state is mainly based on their three aspects, including the partial subjects, the fluctuation of their grades, and whether they affect graduation. By observing that the students are severely biased, their grades are very unstable and their influence is good.

| **Student number** | **Learning state analysis** | **LOF** |
|---|---|---|
| 31 | Severe deviation | 2.3 |
| 96 | The results have fallen sharply, slightly biased. | 1.64 |
| 128 | A significant decline in performance | 1.62 |
| 150 | A sharp decline in grades has affected graduation | 1.55 |
| 204 | The results are slightly fluctuating, slightly biased. | 1.53 |
| 180 | A significant decline in performance | 1.52 |
| 232 | Grades continue to decline and have affected graduation | 1.48 |

Table 1–Analysis of the learning state of the outgoing students

As can be seen from the above table, there is a certain degree of volatility in test scores of students 172 and 204, and some of them have poor examination results. But a comprehensive analysis of its learning state is within the normal range, that is, abnormal exam results and normal learning state. Therefore, in certain educational management resources, there is no need to allocate additional educational resources to them. Through the outlier test, the results of the examination results of the 2012 level undergraduate students in the first school year and the first semester of the first semester of three term public basic courses can be obtained. It is concluded that more than 90% of the outliers obtained through the mixed two stage outlier detection algorithm are abnormal in the learning state. In this regard, teachers can provide personalized counseling for this.

## 5. Conclusions

Based on mobile intelligent terminals, research has been conducted on the teaching of student animation English courses mainly through the introduction of computer algorithms. Based on the research topic, this paper explores the application of data mining in anime English education and explores the application of anime English in analyzing students' psychological states. In order to obtain outlier, a hybrid two-stage outlier detection algorithm is designed for this problem. First, the density based local outlier detection algorithm is used to calculate the local outlier coefficient of each student, and then the statistics based outlier detection method is used to judge the binary outlier. Then, a detailed introduction was given to the dataset of exam results and the related preprocessing of the dataset. Then, a detailed introduction was given to the local anomaly factor (LOF), which obtains anomaly objects through the two elements of LOF, and a hybrid two-phase anomaly detection algorithm designed for this problem was described in detail. This algorithm is used to detect outliers in three test results, resulting in 19 outliers. Analyzed the learning status of these students. This algorithm has high accuracy.

## References

Arora P G, Nastasi B K, Leff S S. (2017) Rationale for the cultural construction of school mental health programming. International Journal of School & Educational Psychology, 5(2).

Bin X. (2017) Construction of a mental health education system for college students based on network environment. Agro Food Industry Hi Tech, 28(1): 305-309.

Chen M. (2016) A Discussion of the Online Ideological and Political Education in Colleges and Universities. Beijing Youth Research, 35(6): 368-72.

Du Y. (2017) The Development of ideological and political education information platform based on web technology. C E Ca, 42(4): 1530-1536.

Huang M. (2016) Study on the computer multimedia application in exploration of British and American literature teaching. RISTI (Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao), (E10): 396-406.

Shugen C. (2017) Research on the interactive mode of internet and traditional ideological and political education in colleges and universities. Agro Food Industry Hi Tech, 28(1): 1089-1093.

Smith S, Grant A. (2016) The corporate construction of psychosis and the rise of the psychosocial paradigm: Emerging implications for mental health nurse education. Nurse Education Today, 39(2-3): 22-25.

Yijun Z. (2017) Ideological and political education of college students based on the computer platform. Agro Food Industry Hi Tech, 28(1): 2397-2402.

## 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

