

entorno

REVISTA SEMESTRAL • ENERO - 2025 • NÚMERO 79
ISSN 2071-8748 • E-ISSN 2218-3345 • ISNI 0000 0001 2113 0101



- Perpetuación de los estereotipos de género a través de fiestas de revelación de género

The Perpetuation of Gender Stereotypes through gender Reveal Parties

- Brechas generacionales y educación en enfermería: Un análisis bibliométrico de 1968 a 2021

Generation gaps and Nursing education: A 1968- 2021 bibliometric analysis

- Propuesta de metodología de diseño estratificado para sistemas IoT: Un marco para proyectos de investigación académica

A layered design methodology proposal for IoT systems: A framework for academic research projects

- General Anxiety Disorder-2: Análisis psicométrico en una muestra de adultos salvadoreños

General Anxiety Disorder-2: Psychometric Analysis Using a Sample of Salvadorean Adults

- Estación móvil para la detección de dióxido de carbono en suelo volcánico

Mobile Station for the Detection of Carbon Dioxide in Volcanic Soil

- Chef E: Una experiencia educativa audiovisual disruptiva

Chef E: A Disruptive Audiovisual Educational Experience

- Ansiedad y rendimiento académico: Análisis comparativo y asociación entre variables en una muestra universitaria salvadoreña

Anxiety and Academic Performance: A Comparative Analysis and Association between Variables in a Salvadoran University Sample

- Colombia y la OCDE: Evaluación medioambiental de los casos de Barrancabermeja y Bucaramanga (Santander – Colombia)

Colombia and the OECD: An Environmental Evaluation in the Barrancabermeja and Bucaramanga Cases (Santander – Colombia)

Autoridades universitarias

Lic. José Mauricio Loucel Funes
Presidente de la Universidad

Dr. Carlos Reynaldo López Nuila
Vicepresidente Administrativo

Dr. Nelson Zárate Sánchez
Rector

Dr. José Modesto Ventura Romero
Vicerrector Académico

Dra. Noris Isabel López Guevara
Vicerrectora de Investigación y Proyección Social

Comité Académico Institucional

Dr. Nelson Zárate Sánchez

Dr. José Modesto Ventura Romero

Dra. Noris Isabel López Guevara

Dr. Carlos Aguirre

Mtro. Manuel Rodríguez

Licda. Ana Arely Villalta de Parada

Dra. Lissette Canales de Ramírez

Comité editorial

Editora General

Dra. Noris Isabel López Guevara
Vicerrectora de Investigación y Proyección Social
Universidad Tecnológica de El Salvador

Coordinadoras

Dra. Camila Calles Minero
Directora de Investigaciones
Universidad Tecnológica de El Salvador

Máster Aracely de Hernández
Directora de Sistema Bibliotecario
Universidad Tecnológica de El Salvador

Consejo editorial

Máster Melissa Regina Campos Solórzano
Investigadora UTEC

Licda. Paola María Navarrete Gálvez
Investigadora UTEC

Máster Saúl Campos Morán
Investigador UTEC

Máster Ana Sandra Aguilar de Mendoza
Investigadora UTEC

Mtro. Omar Flores
Investigador UTEC

Mtro. David Quintana
Investigador UTEC

Lic. Carlos Alberto García Rodríguez
Director de Investigación y Proyección Social
Universidad Autónoma de Santa Ana

entorno

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR - NÚMERO 79 - ENERO 2025 - ISSN: 2071-8748

E-ISSN: 2218-3345 • ISNI 0000 0001 2113 0101 [HTTPS://ISNI.ORG/ISNI/0000000121130101](https://isni.org/isni/0000000121130101)

5 Editorial

6 Perpetuación de los estereotipos de género a través de fiestas de revelación de género

The Perpetuation of Gender Stereotypes through gender Reveal Parties

Georgina Sulamita Ordóñez Valle

15 Brechas generacionales y educación en enfermería: Un análisis bibliométrico de 1968 a 2021

Generation gaps and Nursing education: A 1968- 2021 bibliometric analysis

Paula Yanira Palencia

25 Propuesta de metodología de diseño estratificado para sistemas IoT: Un marco para proyectos de investigación académica

A layered design methodology proposal for IoT systems: A framework for academic research projects

Omar Otoniel Flores Cortez

Fernando Arévalo

Carlos Osmín Pocasangre Jiménez

36 General Anxiety Disorder-2: Análisis psicométrico en una muestra de adultos salvadoreños

General Anxiety Disorder-2: Psychometric Analysis Using a Sample of Salvadorean Adults

Marlon Elías Lobos Rivera

Giovanni Alexander Rodríguez Quezada

Natalie Gómez Gómez

María Isabel Coreas Maravilla

Elisa María Vega Rodríguez

Consejo Editorial Internacional

Sandra Bonnie Flórez Hernández
Universidad Simón Bolívar

Jennifer Alcaide Parrado
Universidad de Granada, Comité editorial

Rosa Basagoiti Astigarraga
Universidad de Mondragón, España

Iñaki Arenaza
Universidad de Mondragón, España

Martín Parselis
Universidad Católica Argentina, Argentina

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Walter Ernesto Martínez Molina

DISEÑO DE PORTADA
Mauricio Gálvez

REVISIÓN
Noel Castro

TRADUCCIÓN AL INGLÉS
Escuela de Idiomas Utec

IMPRESIÓN
Tecnoimpresos, S.A. de C.V.
Tel.: (503) 2275-8861
19.ª Av. Norte, 125, San Salvador, El Salvador.

100 Ejemplares

Esta revista está indexada en



y también está disponible
en nuestro repositorio institucional
para ser consultada en línea:
<https://repositorio.utec.edu.sv/home>
<https://revistas.utec.edu.sv/index.php/entorno>

Los artículos que aparecen en esta edición son responsabilidad de sus autores, no representan la opinión oficial de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Por ser una revista comprometida con el libre acceso, se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre que se cite la fuente.

La revista *entorno* es una publicación de la Universidad Tecnológica de El Salvador. Calle Arce, 1020, San Salvador, El Salvador, C.A.
Tel.: 2275-8888 • Fax: 2271-4764 • www.utec.edu.sv

44

Estación móvil para la detección de dióxido de carbono en suelo volcánico

Mobile Station for the Detection of Carbon Dioxide in Volcanic Soil

David Adriel Solís Marroquín

Jefry Orlando Comayagua Martínez

Omar Otoniel Flores Cortez

Carlos Osmín Pocasangre Jiménez

Fernando Arévalo

Benancio Henríquez Miranda

60

Chef E: Una experiencia educativa audiovisual disruptiva

Chef E: A Disruptive Audiovisual Educational Experience

Marisol Esperanza Cipagauta Moyano

69

Ansiedad y rendimiento académico: Análisis comparativo y asociación entre variables en una muestra universitaria salvadoreña

Anxiety and Academic Performance: A Comparative Analysis and Association between Variables in a Salvadoran University Sample

Lesly Michelle Abrego Méndez

María José Ramírez Ochoa

Jacqueline Marisol López Lovo

Marlon Elías Lobos Rivera

Benjamín Alexander López Gómez

83

Colombia y la OCDE: Evaluación medioambiental de los casos de Barrancabermeja y Bucaramanga (Santander – Colombia)

Colombia and the OECD: An Environmental Evaluation in the Barrancabermeja and Bucaramanga Cases (Santander – Colombia)

Jean Carlos Delgadillo

Ramón Sánchez Noda

Editorial

La Universidad Tecnológica de El Salvador presenta a la comunidad científica la edición 79 de la revista *entorno*, un medio de comunicación que contribuye a la cultura científica mundial, evidenciando una producción investigativa rigurosa y de calidad.

Esta nueva edición contiene artículos derivados de procesos investigativos en las áreas de Educación, Tecnología, Psicología y Ciencias Sociales, evaluados por pares ciegos, sometidos a un proceso de corrección ortográfica y de estilo, y cuentan con autores afiliados a centros de investigación en diversas partes del mundo.

Con esta producción científica, abonamos a la divulgación del conocimiento por medio de la ciencia abierta, cumpliendo así con lo establecido por la Declaración de San Francisco sobre la evaluación de la investigación, la cual recomienda orientar la publicación científica basándose en:

- la eliminación del uso de métricas basadas en revistas, como los factores de impacto en las consideraciones de financiación, nombramiento y promoción;
- la evaluación de la investigación por sus propios méritos y no por la revista en la que se publica; y
- el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece la publicación en línea como la relajación de límites innecesarios en la cantidad de palabras, figuras y referencias en los artículos, y la exploración de nuevos indicadores de importancia e impacto)¹.

Además de ser firmante de DORA, la revista *entorno* está indexada en el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX), AmeliCA, *Central American Journal Online* (CAMJOL), *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico (REDIB) y Sherpa Romeo.

¹ The Declaration on Research Assessment (DORA). (2024, May 15). Read the declaration | DORA. DORA. <https://sfidora.org/read/>

Artículo científico

Perpetuación de los estereotipos de género a través de fiestas de revelación de género

The Perpetuation of Gender Stereotypes Through Gender Reveal Parties



Georgina Sulamita Ordóñez Valle¹

Licenciada en Antropología

Universidad Pedagógica de El Salvador

gordonez@uped.edu.sv

<https://orcid.org/0000-0003-1527-5739>

Recibido: 30 de marzo de 2024

Aprobado: 27 de agosto de 2024

DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i78.18979>

URI: <http://hdl.handle.net/11298/1368>

Resumen

El objetivo de este artículo fue identificar, mediante entrevistas y observación no directa, el impacto de las fiestas reveladoras de género en la prevalencia de estereotipos de género para comprender mejor la construcción simbólica del género antes del nacimiento. En este sentido, se destaca la influencia de la familia en la formación de la identidad, ya que transmite creencias, valores y estereotipos de género a través del proceso de enculturación. Estos estereotipos sociales, que dictan las expectativas de comportamiento en función del sexo, se construyen simbólicamente en la sociedad y se refuerzan mediante la asignación de colores, objetos, cualidades e incluso actividades específicas. Si bien la tecnología y las redes sociales permiten adquirir información sobre este tema, enriqueciendo los conocimientos de los interesados, también actúan como mecanismo de difusión que promueve la cultura machista y patriarcal, reforzando conceptos como los estereotipos de género y el pensamiento binario.

Abstract

The objective of this article was to identify, through interviews and non-direct observation, the impact of gender reveal parties on the prevalence of gender stereotypes, in order to gain a better understanding of the symbolic construction of gender before birth. In this regard, it highlights the influence of the family in shaping identity by transmitting beliefs, values, and gender stereotypes through the enculturation process. These social stereotypes, which dictate behavioral expectations based on gender, are symbolically constructed within society and reinforced through the assignment of colors, objects, qualities, and even specific activities. While technology and social media enable the acquisition of information on this topic, enriching the knowledge of those interested in it, they also act as a dissemination mechanism that promotes a misogynistic and patriarchal culture, reinforcing concepts such as gender stereotypes and binary thinking.

¹ Licenciada en Antropología, graduada de la Universidad Tecnológica de El Salvador, docente e investigadora de educación superior. Actualmente, maestranda en Educación Virtual con especialidad en Inteligencia Artificial de la Broward International University.

Esta perspectiva se ve respaldada por las conclusiones, que evidencian el impacto de las redes sociales en la creciente popularización de estas fiestas, surgidas en 2008. Los resultados revelan que los encuestados optaron por celebrar estas fiestas tras verlas en plataformas digitales, lo que sugiere una fuerte influencia de las redes sociales en la adopción de esta tendencia. Las personas influyentes locales desempeñan un papel crucial en la aprobación y promoción de estas celebraciones, lo que refuerza los estereotipos de género arraigados en la sociedad salvadoreña. Además, se observó una concepción binaria y excluyente del género persistente en estas celebraciones, en las que se asignan colores específicos (rosa para las niñas, azul para los niños) y se espera que tanto los futuros padres como los invitados se adhieran a los roles de género tradicionales.

En conclusión, se destaca la influencia de los llamados «partidos reveladores de género», apoyados por redes sociales y personas influyentes, en la consolidación de estereotipos de género arraigados en la cultura salvadoreña. La persistencia de concepciones binarias de género y la asignación de roles específicos a los futuros niños y niñas plantean importantes retos en la promoción de una sociedad más inclusiva y diversa.

Palabras clave

Roles sexuales, identidad sexual, fiestas, estereotipos, inflexibilidad, El Salvador: estereotipos sexuales y aspectos sociales.

This perspective is supported by the findings, which highlight the impact of social media on the growing popularization of gender reveal parties, which emerged in 2008. The results show that the interviewees chose to host these parties after seeing them on digital platforms, suggesting a strong influence of the social media in adopting this trend. Local influencers play a crucial role in endorsing and promoting these celebrations, further reinforcing the gender stereotypes ingrained in Salvadoran society. Additionally, a persistent binary and exclusive conception of gender was observed at these parties, where specific colors are assigned (pink for girls, blue for boys), and both expectant parents and guests are expected to adhere to these traditional gender roles.

In conclusion, it highlights the influence of gender reveal parties supported by social media and influencers in reinforcing gender stereotypes deeply rooted in Salvadoran culture. The persistence of binary gender concepts and the assignment of specific roles to future boys and girls pose significant challenges in promoting a more inclusive and diverse society.

Keywords

Sexual roles, sexual identity, parties, stereotypes, inflexibility, El Salvador: sexual stereotypes and social aspects.

Introducción

En la búsqueda de la igualdad de género y la eliminación de la discriminación por razón de sexo, la sociedad contemporánea se encuentra en un proceso constante de introspección y revisión de prácticas y tradiciones arraigadas. Las denominadas “fiestas de revelación de género” son un fenómeno cultural relativamente reciente

que ha ganado notable popularidad para celebrar los embarazos y la llegada de un nuevo miembro a la familia. Aunque aparentemente inofensivas, estas fiestas merecen un examen atento desde la perspectiva de los estudios de género, dado su potencial para influir en la perpetuación de los estereotipos de género y los

roles tradicionales. Por ello, el objetivo de este artículo es identificar el impacto de las fiestas de revelación de género en la prevalencia de los estereotipos de género.

Para ello, es fundamental definir los principales conceptos que permiten comprender el fenómeno. El género es una construcción cultural que distingue prácticas, creencias, representaciones y prescripciones sociales basadas en la diferencia anatómica entre hombres y mujeres. Históricamente, ha establecido la división del trabajo, las prácticas rituales y el ejercicio del poder, así como las características exclusivas que cada sexo debe poseer en términos de moralidad, psicología y afectividad. En este sentido, la cultura definió los sexos en función del género, y este último definió la percepción de todo lo demás: social, económico, político, religioso, etc. (Lamas, 2000). En otras palabras, desde el nacimiento, la construcción del género determina la vida y el desarrollo de los seres humanos; en la infancia se adoptan comportamientos, preferencias y expectativas que responden a patrones socioculturales normativos que encasillan a las personas en determinados roles de género.

En cuanto al concepto de roles de género, designa no solo las funciones referidas, sino también los papeles, expectativas y normas que se espera que mujeres y hombres cumplan en una sociedad (Saldívar Garduño et al., 2015). En este contexto, los estereotipos de género son prejuicios arraigados y simplificados sobre cómo

deben comportarse, pensar y sentir las personas según su género, ya sea masculino o femenino (Kite, 2001, citado en Sanz, 2019). En la actualidad, estos estereotipos pueden reforzarse significativamente a través de las redes sociales y la influencia de personajes públicos. Los *influencers*, que cuentan con una audiencia considerable en plataformas como Instagram, TikTok o YouTube, suelen transmitir imágenes y mensajes que pueden consolidar y amplificar los estereotipos de género.

Adicionalmente, es importante mencionar que las fiestas de revelación de género, promovidas ampliamente por *influencers*, han ganado una creciente popularidad. Aunque originalmente se concibieron para celebrar el género del futuro bebé, estas festividades pueden acentuar la concepción de que el género es binario y está predefinido desde el nacimiento. Esta celebración se ha convertido en un ritual común en numerosos países. El Salvador no ha sido la excepción, y personalidades de la televisión o *influencers* de las redes sociales, han contribuido a generar una gran expectación en torno a estas prácticas. En cuanto a ello, surge la problemática: esta nueva modalidad, las fiestas de revelación de género, ¿influyen en la perpetuación de estereotipos de género en la sociedad actual?

Metodología

Se implementó un diseño de investigación fenomenológico, ya que permite explorar, describir y comprender lo que los individuos tienen en común según sus experiencias o percepciones respecto a un fenómeno determinado (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014).

Este diseño permitió profundizar en el significado de las emociones, los razonamientos, las visiones, las experiencias, las percepciones, etc., de los participantes, para lo que se aplicaron técnicas de entrevista estructurada y observación indirecta.

—Entrevistas estructuradas: la guía de preguntas constó de 10 ítems, cuyo objetivo fue recoger información sobre los elementos físicos y simbólicos relacionados con las fiestas de revelación de género, lo que permitió identificar nociones que estereotipan el género de las personas incluso antes de su nacimiento. Estas entrevistas se realizaron virtualmente, utilizando Teams y Meet.

—Observación indirecta: la guía de observación se elaboró con el objetivo de identificar patrones de comportamiento, actividades y elementos decorativos en las fiestas de revelación de género. La información

se obtuvo a través de la visualización de vídeos de cinco fiestas de revelación de género disponibles en redes sociales (Facebook, TikTok y YouTube), y dos participantes compartieron fotografías y vídeos de sus fiestas para el análisis de esta investigación.

Participantes

Las participantes fueron seleccionadas por conveniencia, identificando a aquellas mujeres que cumplían los criterios de selección:

Criterios de selección

Inclusión

Ser mayor de 18 años

Residir en el departamento de San Salvador

Estar registrado y tener actividad en diversas redes sociales

Haber realizado una fiesta de revelación de género en el 2021 y el 2022

En el momento de la recogida de información, seis mujeres participaron en la entrevista y explicaron las razones que influyeron en su decisión de organizar una fiesta de revelación de género, el proceso que conlleva esta celebración y lo que significa para ellas nacer mujer u hombre.

En el momento de la recogida de información, seis mujeres participaron en la entrevista y explicaron las razones que influyeron en la decisión de celebrar la fiesta de revelación de género, el proceso que conlleva esta celebración y lo que significa para ellas nacer mujer u hombre.

Triangulación múltiple de la información

La validación de los resultados se realizó mediante un proceso de triangulación múltiple que consistió en analizar y contrastar la información obtenida a través de las entrevistas y la observación no directa con el enfoque teórico y el estado del arte de la investigación. Este análisis permitió incorporar la reflexión e interpretación de los investigadores.

Estereotipos de género y construcción de género

La sociedad es el escenario donde se refuerzan las prácticas y creencias de los individuos. En ella, la

cultura juega un papel importante, ya que se construye a partir de la diferencia sexual de los individuos que la conforman (Rocha Sánchez, 2009). Esta diferenciación se transmite al individuo a través del agente socializador más inmediato: la familia. De esta forma, se atribuyen determinadas características y significados a las acciones que se deben realizar en sociedad.

En este proceso de socialización se transmiten los roles de género, que se convierten en conductas estereotipadas que se reproducen y fijan en la ideología del individuo (Instituto Nacional de las Mujeres [Inmujeres], 2007). Como se mencionó anteriormente, los estereotipos de género se entienden como un conjunto de creencias compartidas dentro de una cultura o grupo acerca de las atribuciones o características que posee cada género (Cubillas Rodríguez et al., 2016). En la sociedad, los estereotipos de género tienden a fomentar espacios y actitudes discriminatorios y desiguales relacionados con el hecho de ser mujer u hombre (Castillo-Mayén y Montes-Berges, 2014).

Por lo tanto, este fenómeno se analizó desde la categoría teórica propuesta por Pierre Bourdieu: el *habitus*, concepto que se refiere al conjunto de esquemas generativos que permiten a los individuos percibir y actuar en el mundo (Martín Criado,

2009). Se forma a partir de interacciones históricas “depositadas” en las personas en forma de esquemas mentales y físicos para percibir, valorar y actuar (Lamas, 2000). El *habitus* evoluciona a través del proceso de enculturación, en el que los individuos transmiten normas y valores implícitos que se consideran naturales y que se manifiestan en las actividades sociales (Bourdieu, 1996).

Según Martín Criado (2009), el *habitus* se moldea a lo largo de la historia de cada individuo e implica la interiorización de la estructura social, por lo que influye en las relaciones sociales en un momento determinado. Asimismo, el *habitus* actúa como el principio no seleccionado de todas las decisiones; no está determinado simplemente, sino que representa una predisposición que puede reactivarse ante un conjunto de relaciones diversas y generar un abanico de prácticas (Martín Criado, 2009). De este modo, el *habitus* se interioriza sin que el individuo sea consciente de ello, por lo que permanece oculto y se transmite a las generaciones futuras. En el caso de los estereotipos de género, como se ha mencionado anteriormente, esta transmisión surge en el entorno familiar y se refuerza en la vida cotidiana.

Los estereotipos de género se convierten en un componente esencial en la construcción de la identidad de género. Esta identidad establece una

serie de elementos que el individuo debe cumplir a partir de la interiorización de los estereotipos, los cuales son reproducidos por los miembros de una determinada sociedad (Colás Bravo y Villaciervos Moreno, 2007).

Sin embargo, las sociedades se van modificando con el tiempo, y en la actualidad existen agentes socializadores que ejercen una influencia importante en los individuos de un grupo social. Además, los grupos sociales son cada vez más globales y las redes sociales han permitido que las prácticas, ideas, los gustos y comportamiento se compartan casi de inmediato con los usuarios de estos medios de comunicación. En esta sociedad globalizada, hiperconectada y digital, los *influencers* se han convertido en un actor importante en la imposición de ideas y prácticas sociales. Se puede definir el concepto *influencer* como aquella persona que influye en un determinado colectivo y que logra modificar sus creencias y comportamientos. Las personas alcanzadas por los *influencer* reproducen sus prácticas, comparten y divulgan estas nuevas perspectivas, y utilizan el alcance global de las redes sociales para imponer una nueva forma de proceder (Pérez Conde y Campillo Alahama, 2016). Los *influencer* modifican las conductas, o perpetúan los estereotipos ya existentes.

Hallazgos

1. Impacto de los influencers en la organización de fiestas de revelación de género en El Salvador

Gómez Llorens (2018) afirma que la influencia es una herramienta de persuasión que ha estado presente en todas las épocas. En la actualidad, las redes sociales han dado visibilidad a nuevos actores y les han ofrecido un espacio para que sus voces se escuchen. Esto amplía el entorno de influencia del consumidor, que antes se limitaba principalmente a su familia y amigos. Hoy en día, las redes sociales desempeñan un papel fundamental en el proceso de toma de decisiones de las personas.

En el contexto de la identificación del origen de los partidos de revelación de género en El Salvador, es necesario prestar atención a los medios de comunicación y las redes sociales, un entorno que hizo posible la presentación y popularización de dichos partidos en 2008 (Jenna Karvunidis). A lo largo de las entrevistas, cuando se les preguntó por qué habían decidido celebrar una fiesta de revelación de sexo, una participante respondió: “Lo vi en TikTok. Me llamó la atención y decidí hacerlo con mi bebé” (G. S. Ordóñez Valle, comunicación personal, 06 de julio de 2022).² Las redes sociales favorecen el

² Romero de Zamora, M. (06 de julio de 2022). El género determinante del comportamiento humano. (G. S. Ordóñez, entrevistador).

desarrollo de una práctica hasta que esta se integra en la sociedad y se realiza con naturalidad. En este sentido, L. Quintanilla (comunicación personal, 07 de julio del 2022),³ afirma lo siguiente ante la misma pregunta: “Las fiestas de revelación están de moda, y es una forma de celebrar la vida de nuestros hijos”.

Estas fiestas de revelación de género están siendo impulsadas por los influencers nacionales. Para esta investigación, se analizó la fiesta de revelación de género de Nicolle Figueroa (Canal Nikki y Augus, 2022, 20 m 44 s), que para entonces contaba con 1.9 millones de visualizaciones. Esta tendencia en las redes sociales está influyendo en el comportamiento de la sociedad salvadoreña y permitiendo la incorporación de nuevas prácticas sociales que reproducen los estereotipos de género. Los influencers están enfatizando ideas que los conectan con su audiencia inmediata, lo que crea un vínculo de empatía que hace que el usuario de estas redes sociales sea vulnerable y quiera reproducir estas prácticas para parecerse a su influencer (Randstad, 2022).

2. Normalización de los estereotipos de género

Por definición, el sexo se refiere al aspecto biológico de hombres y mujeres, alude a sus cuerpos como fijos, inmutables y naturales; el género, por el contrario, se concibe como el conjunto de categorías sociales atribuidas a las personas de uno u otro sexo. De esta manera, el género es a la cultura, lo que el sexo es a la naturaleza (Bonelli, 2019). En relación con esto, la investigación puso de manifiesto la lógica binaria y excluyente que aún perdura en torno al género, categoría que, en un partido de revelación de género, reconoce únicamente dos géneros (masculino y femenino), encasillando al no nacido bajo esta concepción.

Esta dualidad naturalizada surge y se transmite en el seno de la familia y, aunque permanece interiorizada

e invisible en los individuos, se manifiesta a través del discurso o de actos concretos. A través de la entrevista, se puso de manifiesto que los participantes consideran que existen emociones, comportamientos y valores que responden a un sexo específico, como la sensibilidad y la dulzura, dos categorías atribuidas a las mujeres, y, por otro lado, categorías como la fuerza y el liderazgo, relacionadas con los hombres.

En este sentido, la revisión teórica nos permitió conceptualizar los estereotipos de género como *habitus*, es decir, estructuras objetivas que, aunque independientes de la conciencia y la voluntad de los agentes, son capaces de orientar o coaccionar sus prácticas o representaciones (Bourdieu, 1996). Esto explicaría la relación arbitraria entre el color rosa, asociado a la mujer, y el celeste, asociado al hombre, indispensable en una fiesta de revelación de género. Consultados los entrevistados sobre los elementos decorativos, expresan que “existen colores establecidos y también objetos específicos” (G. S. Ordóñez Valle, comunicación personal, 06 de julio de 2022)⁴ que diferencian a los niños de las niñas y viceversa, y afirman que “así es y así lo hace todo el mundo, incluso en las tiendas ya venden los paquetes hechos” (G. S. Ordóñez Valle, comunicación personal, 13 de julio del 2022),⁵ y añaden: “No haría la fiesta con otros colores, todo sería muy raro. Estamos acostumbrados a que un niño, es celeste, y niña, rosado. A nivel cultural, así es” (G. S. Ordóñez Valle, comunicación personal, 07 de julio de 2022).⁶ Esta información se verificó mediante observación indirecta, lo que permitió identificar los elementos que componen el ritual y refuerzan la noción del esquema binario de género. Aunque no exista una base teórica que sustente tales argumentos, estos se estandarizan y permanecen invisibles hasta que se exteriorizan en la sociedad, donde se socializan y, por lo tanto, se transmiten de generación en generación, conservando las mismas características que les permiten sobrevivir.

³ Pineda, K. (07 de julio de 2022). *La moda de las celebraciones de género gracias a los influencers*. (L. Quintanilla, entrevistador).

⁴ Romero de Zamora, M. (06 de julio de 2022). *El género determinante del comportamiento humano* (G. S. Ordóñez, entrevistador).

⁵ Piche de Ávila, J. (13 de julio de 2022). *Una fiesta para revelar el sexo de mi bebé*. (G. Ordóñez, entrevistador).

⁶ Loucel de Torres, N. (07 de julio de 2022). *El género, una construcción cultural*. (G. S. Ordóñez, entrevistador).

3. Percepción de los roles de género

Los roles de género se asignan al nacer y forman parte de los estereotipos enseñados en los procesos de socialización, especialmente en el ámbito familiar. Estos roles de género se manifiestan cuando la persona cumple el papel de agente socializador. Así, lo que aprendió en la familia y reforzó en la sociedad lo reproduce en sus círculos más cercanos. Esta interiorización de los estereotipos de género permite identificar las percepciones sobre el papel que deben desempeñar hombres y mujeres en la sociedad. Las fiestas de revelación de género constituyen un espacio en el que se reafirman estos estereotipos y en el que se reafirma el papel de género que los individuos han adquirido a lo largo del tiempo.

Los grupos sociales que organizan fiestas de divulgación lo hacen a partir de esta percepción y asignan el rol que debe cumplir cada niño o niña. Es habitual que las niñas vistan de rosa, jueguen con muñecas y sean sensibles, y “normal” que los niños vistan de azul, jueguen con pelotas y sean fuertes (L. Quintanilla, comunicación personal, 07 de julio de 2022;⁷ L. Quintanilla, comunicación personal, 04 de julio del 2022⁸). Estos roles no se transforman, sino que se reproducen y se asignan, y se espera que los niños y niñas que están por nacer los practiquen y, por supuesto, los transmitan a las siguientes generaciones.

La mayoría de las mujeres consultadas aceptan que no es posible pensar en un color diferente a los ya establecidos, ya que, de lo contrario, “no tiene gracia” o “nadie lo hace”. Además, dicen que “ya se tienen en la mente” (L. Quintanilla, comunicación personal, 7 de julio de 2022;⁹ L. Quintanilla, comunicación personal, 04 de julio de 2022¹⁰).

Conocer el sexo del bebé antes del nacimiento y vivir una experiencia de celebración en torno a este, desplaza y adelanta la asignación de roles. Al igual que las tradicionales fiestas de quince años celebraban el paso de niña a mujer, las fiestas de revelación del sexo indican al grupo social qué papel debe adoptar el nuevo miembro.

En las fiestas de revelación de sexo, el color está directamente relacionado con el sexo del bebé. Estos colores ya están definidos (L. Quintanilla, comunicación personal, 07 de julio de 2022;¹¹ L. Quintanilla, comunicación personal, 04 de julio de 2022¹²). No obstante, más allá de eso, las prácticas, comportamientos, actividades y demás ya están definidos antes de que nazca el bebé; no se admite nada fuera de estos estereotipos. En este sentido, se percibe una mayor facilidad para deconstruir los estereotipos en las mujeres que en los hombres. Por ejemplo, las niñas pueden llevar pantalones y jugar con pelotas, pero los niños no pueden jugar con muñecas ni llevar ropa rosa. Esta idea fue reafirmada por los participantes entrevistados. Al respecto (G. S. Ordóñez Valle, comunicación personal, 13 de julio del 2022¹³), comentó lo siguiente en una comunicación personal el 13 de julio de 2022: “Sería más flexible con mi hija si quiere jugar a la pelota, hacer deporte y no usar vestidos; yo no tendría ningún problema, pero si un hijo varón me dijera que quiere aprender a bailar ballet, simplemente no sabría qué hacer. Me costaría aceptarlo”.

Conclusión

Los resultados de esta primera aproximación al fenómeno de las gender reveal parties y su impacto en los estereotipos de género arrojaron las siguientes conclusiones:

⁷ Pineda, K. (07 de julio de 2022). *La moda de las celebraciones de género gracias a los influencers*. (L. Quintanilla, entrevistador).

⁸ Avilés, K. (04 de julio de 2022). *Las fiestas de revelación de género son un nuevo modelo de negocios*. (L. Quintanilla, entrevistador).

⁹ Pineda, K. (07 de julio de 2022). *La moda de las celebraciones de género gracias a los influencers*. (L. Quintanilla, entrevistador).

¹⁰ García, A. (04 de julio de 2022). “No comparto los estereotipos de género en la sociedad”. (L. Quintanilla, entrevistador).

¹¹ Pineda, K. (07 de julio de 2022). *La moda de las celebraciones de género gracias a los influencers*. (L. Quintanilla, entrevistador).

¹² Avilés, K. (04 de julio de 2022). *Las fiestas de revelación de género son un nuevo modelo de negocios*. (L. Quintanilla, entrevistador).

¹³ Piche de Ávila, J. (13 de julio de 2022). *Una fiesta para revelar el sexo de mi bebé*. (G. Ordóñez, entrevistador).

— Los medios de comunicación y las redes sociales han jugado un papel clave en la popularización de las gender reveal parties desde 2008. La introducción de estas celebraciones se ha producido a través de plataformas como TikTok, donde los usuarios se sienten atraídos por las tendencias promovidas por influencers nacionales y extranjeros. Este impacto en las redes sociales está Los resultados de esta primera aproximación al fenómeno de las gender reveal parties y su impacto en los estereotipos de género arrojaron las siguientes conclusiones:

— Los medios de comunicación y las redes sociales han jugado un papel clave en la popularización de las gender reveal parties desde 2008. La introducción de estas celebraciones se ha producido a través de plataformas como TikTok, donde los usuarios se sienten atraídos por las tendencias promovidas por influencers nacionales y extranjeros. Este impacto en las redes sociales está modelando comportamientos y contribuyendo a la incorporación de nuevas prácticas sociales, incluyendo la reproducción de estereotipos de género.

— Los partidos reveladores de género en El Salvador refuerzan la lógica binaria y excluyente en torno al género, reconociendo solo dos géneros: masculino y femenino. Esta concepción binaria se refleja en la elección de colores y objetos específicos para diferenciar a los niños de las niñas. Aunque no existe ninguna base teórica que sustente esta distinción, está profundamente arraigada en la cultura y se transmite de generación en generación.

— Las fiestas de revelación de género actúan como un espacio donde se refuerzan estos estereotipos, perpetuando la asignación tradicional de roles de género. A pesar de la resistencia a cuestionar estos roles, se observa una mayor flexibilidad en las mujeres para deconstruirlos, en comparación con la rigidez a la que se enfrentan los hombres cuando se desvían de las expectativas tradicionales de género.

Por último, la investigación sobre los partidos que revelan el género y cuestiones relacionadas es esencial para comprender cómo la dinámica social, impulsada por las redes sociales y los medios de comunicación,

puede influir en la percepción del género y la igualdad de género en la sociedad. Este artículo es una aportación para generar conocimiento, promover la concienciación pública y contribuir al avance hacia una sociedad más inclusiva y equitativa.

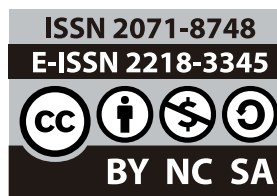
Referencias

- Bonelli, A. N. (2019). *Estereotipos de género transmitidos a los niños y niñas en la familia postpatriarcal*. *Journal de Ciencias Sociales*, (12). <https://doi.org/10.18682/jcs.v0i12.872>
- Bourdieu, P. (1996). *La dominación masculina*. *Revista de Estudios de Género, La Ventana*, (3).
- Canal Nikky y August (1 de julio del 2022). *Revelación de género de nuestro bebé* [vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=m2UFVAP7wsM>
- Castillo-Mayén, R. y Montes-Berges, B. (2014). *Análisis de los estereotipos de género actuales*. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 1044-1060. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.138981>
- Colás Bravo, P. y Villaciervos Moreno, P. (2007). *La interiorización de los estereotipos de género en jóvenes y adolescentes*. *Revista de Investigación Educativa*, 25(1), 35-58. <https://revistas.um.es/rie/article/download/96421/92631/388401>
- Cubillas Rodríguez, M. J., Valdez, E. A., Domínguez Ibáñez, S. E., Román Pérez, R., Hernández Montaña, A. y Zapata Salazar, J. (2016). *Creencias sobre estereotipos de género de jóvenes universitarios del norte de México*. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 12(2), 217-230. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67946836004>
- Gómez Llorens, C. C. (2018). *¿El influencer, es un efecto de moda o persistirá en el tiempo? Estudio de la evolución del concepto y del fenómeno influencer para identificar su evolución en el futuro* [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Comillas]. <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/147980/retrieve#:~:text=El%20influencer%20tiene%20un%20fuerte,a%20los%20medios%20de%20comunicación>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Instituto Nacional de las Mujeres. (2007). *ABC de género en la administración pública*. http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/100903.pdf
- Lamas, M. (enero-abril, 2000). *Diferencias de sexo, género y diferencia sexual*. *Cuicuilco*, 7(18). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35101807>
- Martín Criado, E. (2009). Habitus. En R. Reyes (Ed.), *Diccionario Crítico de Ciencias Sociales* (pp. 1427-1439). Plaza y Valdés.
- Pérez Conde, M. y Campillo Alahama, C. (2016). *Influencer engagement, una estrategia de comunicación que conecta con la generación millennial* [Tesis de pregrado, Universidad de Alicante]. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/57327>
- Randstad (21 de febrero del 2022). *El origen del líder de opinión: La teoría de los dos pasos*. <https://www.randstad.es/tendencias360/el-origen-del-lider-de-opinion-la-teoria-de-los-dos-pasos/>
- Rocha Sánchez, T. E. (2009). *Desarrollo de la identidad de género desde una perspectiva psico-sociocultural: Un recorrido conceptual*. *Interamerican Journal of Psychology*, 43(2), 250-259. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-96902009000200006&lng=pt&tlng=es
- Saldívar Garduño, A., Díaz Loving, R., Reyes Ruiz, N. E., Armenta Hurtarte, C., López Rosales, F., Moreno López, M., Romero Palencia, A., Hernández Sánchez, J. E. y Domínguez Guedea, M. (diciembre, 2015). *Roles de género y diversidad: Validación de una escala en varios contextos culturales*. *Acta de Investigación Psicológica - Psychological Research Records*, 5(3), 2124-2148. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358943649003>
- Sanz, A. A. (2019). *Aprendizaje de los estereotipos y roles de género en la educación infantil*. *Universidad del País Vasco*. <https://www.ehu.eus/documents/1358119/27585477/Francisca-de-Aculodi-AinhoaFeijoo-Hautagaia.pdf/31e4683d-03e7-3f79-4524-172cdad24e36?t=1614343871033>

Brechas generacionales y educación en enfermería: Un análisis bibliométrico de 1968 a 2021

Generation gaps and Nursing Education: A 1968- 2021 Bibliometric analysis



Paula Yanira Palencia

paula.palencia@catolica.edu.sv

ORCID: 0000-0001-7298-553X

Recibido: 23 de febrero de 2024

Aprobado: 19 de julio de 2024

DOI: <https://doi.org/10.5377/environment.v1i78.19718>

URI: <http://hdl.handle.net/11298/1383>

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar la evolución y tendencia de la brecha generacional y la educación en enfermería desde 1968 hasta 2021 mediante indicadores bibliométricos. El método utilizado es un estudio bibliométrico, descriptivo y retrospectivo de documentos en Scopus, con los descriptores “Nursing educat*”, “generation*” y el operador booleano “AND”, que arrojó 653 resultados entre 1968 y 2021, y filtros de tipo bib, csv. La búsqueda se realizó el 9 de octubre de 2021 utilizando el software Bibliometrix R Package y la herramienta Biblioshiny. Los resultados indican una alta producción científica en 2020 (54 artículos publicados). Este estudio muestra patrones y líneas de investigación en educación de

Abstract

This research focused on the analysis of the evolution and trend of the generation gap and nursing education between 1968 and 2021 using bibliometric indicators. A bibliometric, descriptive and retrospective method was used, in Scopus, with the descriptors “Nursing educat*”, “generation*” and the boolean operator “AND”, which showed 653 results between the dates aforementioned. Also, bib and csv filters were used. The online search was conducted on October 9, 2021 using the Bibliometrix R Package software and the Biblioshiny tool. Results indicated a high scientific production in 2020 (54 published articles). This study shows investigation lines and patterns in Nursing education such as

¹ Afiliación institucional: Universidad Católica de El Salvador. Correo electrónico: paula.palencia@catolica.edu.sv. Posición actual: profesora de enfermería a tiempo completo, licenciada, máster en Docencia; estudiante de doctorado en Educación.

enfermería, como modelos educativos, relaciones interpersonales e innovación organizativa.

Palabras clave

Enfermería, educación, análisis de citas bibliográficas en enfermería, bibliometría, estudios métricos de la información, bibliografía-estadística, relaciones intergeneracionales.

educational models, interpersonal relations and organizational innovation

Keywords

Nursing, education, analysis of bibliographic citations in Nursing, bibliometry, information metric studies, statistical bibliography, intergenerational relations.

Introducción

Los estudios bibliométricos están adquiriendo una mayor importancia debido al crecimiento y desarrollo científico, por lo que es necesario medir la producción de investigación sobre las brechas generacionales y la educación en enfermería, analizando su evolución mediante indicadores de visibilidad, impacto y producción, con el objetivo específico de determinar la tendencia y los temas investigados, identificar patrones y futuras líneas de investigación. El estudio mapeó el desarrollo de la temática en un período de 1968 a 2021 y, a partir de la información recabada, se hicieron análisis.

Con los datos obtenidos, fue posible representar las métricas ofrecidas por el software con publicaciones en formato BibTeX y efectuar un análisis utilizando el paquete Bibliometrix “R”. El artículo está organizado en las siguientes secciones: revisión de la literatura,

donde se abordan conceptos importantes para comprender la combinación de actitudes, creencias y comportamientos en la brecha generacional que modifican la educación y la profesión de enfermería. A continuación, se analizan los datos y los resultados se representan en tablas y gráficos. Por último, se exponen las conclusiones sobre futuras líneas de investigación.

Revisión de la literatura

Los hallazgos significativos de los estudios generacionales y la educación en enfermería se encuentran a partir del año 2000, tras un periodo de recesión y escasa producción, como se muestra en la tabla 1, que reduce la información de la base de datos.

Tabla 1. Resumen de los principales hallazgos desde 1968-2021

Generación	Año	Autor/autores	Concepto/Características
Baby Boomer	1968	Takahashi, Y.	Cambio en la sociedad, papel de la educación en enfermería ¹ .
Generación X			Época de recesión y ocultismo.
Generación Y			
Generación Z	2000	Heller, B.R., et.al.	El futuro de la educación en enfermería ² .
	2003	Randle, J.	Bullying en la profesión de enfermería.
	2004	Altimier, L.	Comunicación con la próxima generación.
	2006	Skiba, D., Barton, A.	Socialización profesional, procesos de adaptación de enseñanza de acomodación a la generación Net, un aprendizaje experiencial, interactividad e inmediatez.
	2009	Price, S.L.	Socialización profesional temprana y elección de carrera en enfermería.
	2012	Foley, V., Myrick, F., Yonge, O.	Creación de relación cohesiva eliminando los conflictos generacionales.
	2015	Christodoulou, E., Kalokairinou, A.	Presencia de tecnologías, cambios fundamentales en la forma de comunicarse, socializar y aprender.
	2017	Hart, S.	Desafían a los educadores, requieren cambios en las estrategias y enfoques de enseñanza.
	2019	Chery A. Williams.	Valoran la diversidad, son optimistas, persistentes, pragmáticos, ingeniosos con capacidad de atención de 8 segundos y frugales.
	2019	Cantrell, M.A., Farer, D.	Físicamente presentes, mentalmente disociados, falta de confianza, quieren respeto y dignidad de sus profesores.
	2020	Morrell, B.L.M., Eukel, H.N.	Innovación educativa que estimule la participación, la comunicación entre pares y habilidades.
	2020	Hampton, D., Welsh, D., Wiggins, A.T.	Prefieren métodos de enseñanza atractivos, en contra de lecturas asignadas.
	2020	DiMattio, M.J.K., Hudacek, S.S.	El aprendizaje mejora cuando pueden tomar decisiones, reciben retroalimentación y apoyo.
	2020	Tsimane, T.A., Downing, C.	Modelo para facilitar el aprendizaje transformador en la educación en enfermería.
	2021	Chunta, K., Shellenbarger T., Chicca J.	Estrategias para los educadores de enfermería que mejoren las prácticas y consideren las características y necesidades de los alumnos.

Takahashi (1968) inició estudios sobre los cambios sociales y la educación en enfermería, que se interrumpieron hasta el año 2000, cuando los investigadores (Heller, 2000) se interesaron por el futuro de la educación en enfermería. Desde entonces, se han presentado investigaciones sobre los métodos, las estrategias de enseñanza, las relaciones y las características de las generaciones Z y millennial. Estos estudios tienen el potencial de mejorar la comprensión generacional en un contexto pedagógico, así como de fomentar una cultura de enseñanza y aprendizaje inclusiva de las expectativas generacionales. Los estudios revisados se han orientado a examinar las características de la población enfermera y de la generación Y-Z, pero es necesario investigar su participación activa en el aprendizaje significativo y profundizar en las características de los baby boomers, la generación X y sus diferentes estilos tradicionales de enseñanza.

A principios de siglo, los autores Randle (2003), Altimier (2004), Skiba y Barton (2006) y Price (2008) establecieron relaciones entre los conceptos de brechas generacionales y definieron elementos importantes en la comunicación, los procesos de socialización y adaptación con las próximas generaciones, lo que conlleva nuevos retos en los estilos de enseñanza. A partir de 2012, los autores Foley et al. (2013); Christodoulou y Kalokairinou (2015); Hart (2017); Williams (2019); Cantrell y Farer (2019); Morrell y Eukel (2020); Hampton et al. (2020), y DiMattio y Hudacek (2020) aportan valiosas conexiones al relacionar conflictos generacionales y características de la generación Z, además de presentar sugerencias para crear relaciones intergeneracionales cohesionadas. En 2020 y 2021, los estudios de Tsimane y Downing (2020), Chunta (2021) suponen un avance en la presentación de modelos y estrategias para facilitar el aprendizaje transformador en la educación de enfermería, teniendo en cuenta las características y necesidades de los estudiantes digitalmente alfabetizados, con estilos de aprendizaje y preferencias distintas, como el trabajo en equipo y las actividades experienciales, con una estructura basada en la retroalimentación instantánea y la integración de las tecnologías (Erlam et al., 2018).

Metodología

Los estudios bibliométricos retoman importancia al aumentar el volumen de las investigaciones y el conocimiento científico, por lo que para este escrito se han tomado en cuenta los pasos de estudios sistemáticos y transparentes, basados en la medición estadística de la ciencia, los científicos y la actividad científica. Porque la investigación bibliométrica ha ganado popularidad durante los últimos años y ahora un número creciente de investigaciones han examinado la literatura de enfermería (Derek y Hazelton, 2008). Se cumple con los métodos y técnicas recomendables para un estudio bibliométrico, primero por una revisión de literatura, en una tabla de Word se reunieron hallazgos de 20 artículos seleccionados por sus conceptos significativos, en títulos, palabras clave y resúmenes que explican elementos importantes del tema. El resto se depuró debido a la escasa relación; y otros repiten el mismo resultado; en segundo paso por una metodología que presenta una identificación y recolección de las bases de datos; el tercero que corresponde a resultados presentando un análisis y una representación gráfica, y la última sección, concluye los hallazgos principales del estudio y las futuras líneas de investigación (Ramírez Revilla et al., 2020).

Se utilizó la base de datos Scopus, que es la mayor base de datos de resúmenes y literatura revisada por pares, y cuenta con herramientas inteligentes que permiten monitorizar, analizar y visualizar la investigación académica. Incluye el contenido de más de 5.000 editoriales y 105 países (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2017).

Los descriptores utilizados fueron “nursing educat*” y “generation*”, con el operador booleano “AND”, y se buscaron títulos, resúmenes y palabras clave. La palabra clave “generación*” se dejó abierta con el asterisco para que arrojara todas las variables del término. Se obtuvieron 653 resultados, desde 1968 hasta 2021, de los cuales 519 son artículos, 72 están en revisión, 23 son editoriales, 14 son comunicaciones a congresos, 8 están en revisión, 8 son notas, 6 son cuestionarios breves, 2 son capítulos de libros y 1 es

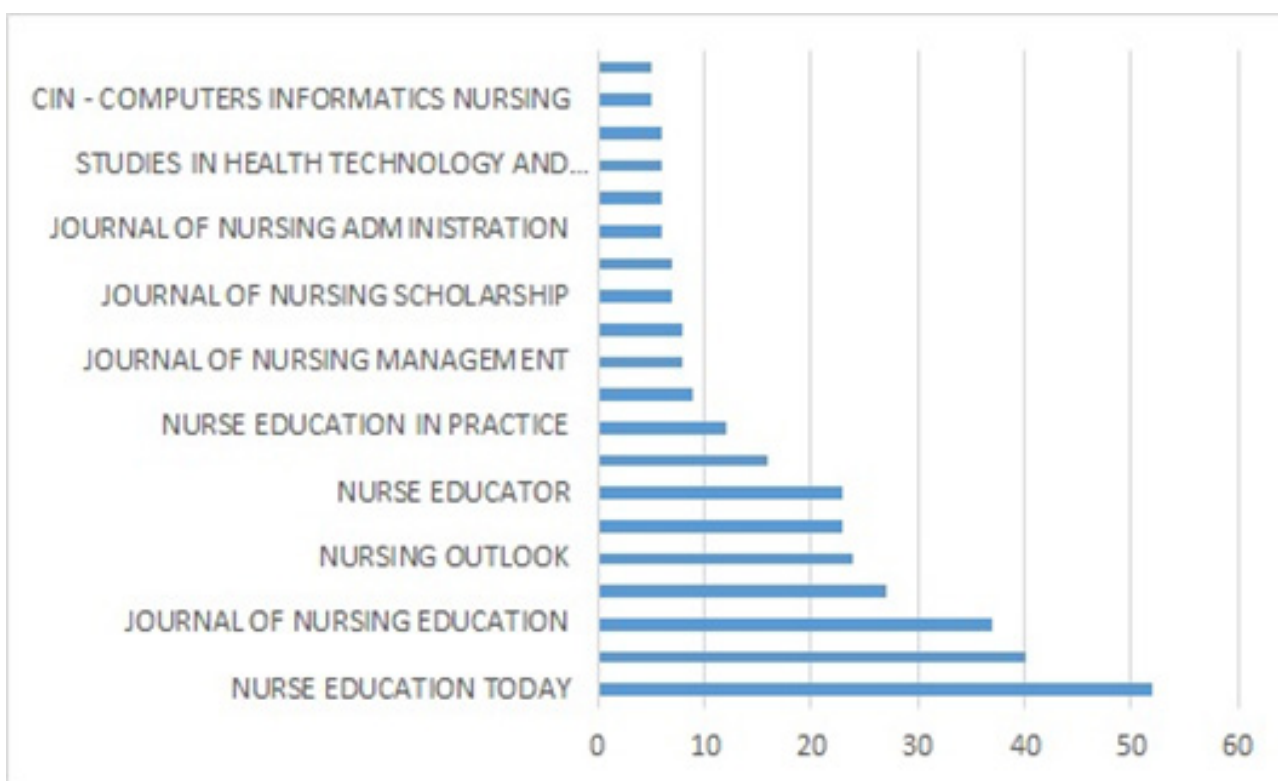
una carta al editor. Se utilizó el paquete de programas Bibliometrix R para analizar los datos obtenidos a través de la herramienta Biblioshiny y se procesaron algunos datos en Microsoft Excel para obtener gráficos y tablas.

Bibliometric R Package proporciona un conjunto de herramientas para la investigación cuantitativa en bibliometría y cienciometría. Está escrito en R, un entorno y ecosistema de código abierto. La existencia

de algoritmos estadísticos sustanciales y eficaces, el acceso a rutinas numéricas de alta calidad y las herramientas integradas de visualización de datos son quizás las cualidades más fuertes para preferir R a otros lenguajes de computación científica (Aria y Cuccurullo, 2017). Se obtuvieron tres archivos con filtros de tipo bib y scv, y un archivo Excel con 653 resultados. A continuación, se llevó a cabo un análisis basado en los datos estadísticos relevantes.

Resultados

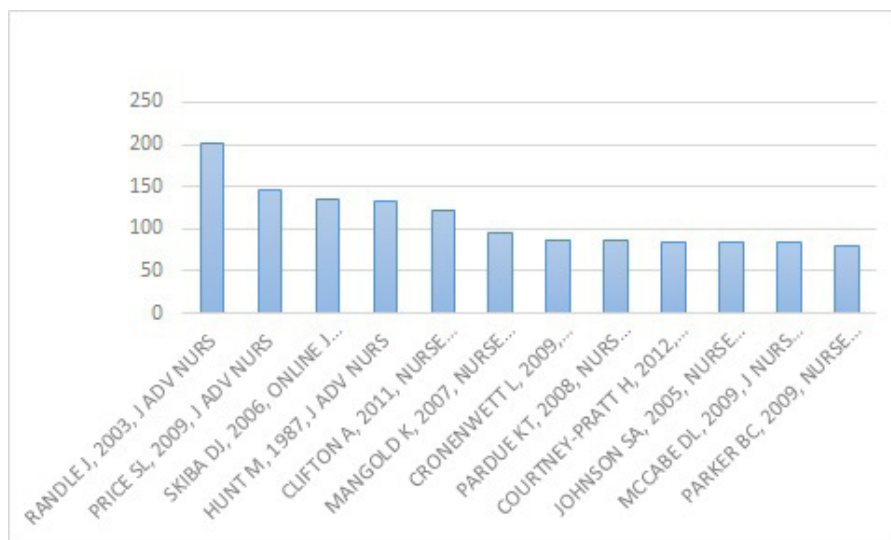
Gráfico 1: Top 10 de revistas más relevantes desde 1968 hasta 2021



El gráfico presenta las 10 principales revistas líderes en la producción científica del tema y con calidad de la información. En primer lugar, se encuentra *Nurse Education Today*, con 52 artículos difundidos y un factor de impacto de 3.442, que ocupa el puesto 6 de 124 en *Enfermería*. En segundo lugar, se encuentra *Journal of Professional Nursing*, con 40 artículos

publicados relacionados y un factor de impacto de 2. En la posición 50 de 124 en *Enfermería*, mientras que *Journal of Nursing Education*, con un factor de 1.726 para el año 2020 y 37 artículos, según la fuente Scimago, en el sitio <http://www.scimago.es/>, además de consultar el portal de las revistas.

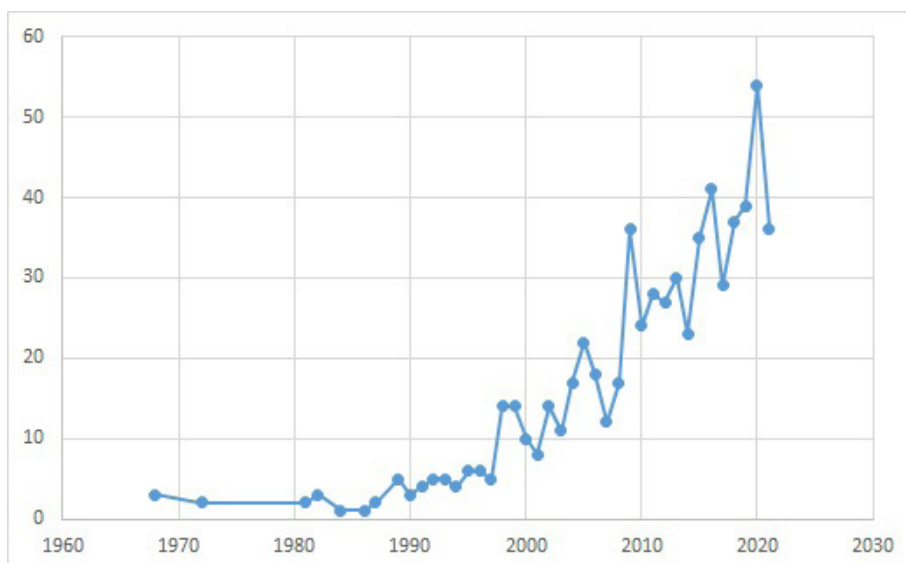
Gráfico 2. Total de citaciones desde 1968 hasta 2021



Fuente: Elaborado a partir de datos de Scopus.

El gráfico presenta que Randle J. tiene 202 citas, Price S. L., 145, y, en tercer lugar, Skiba D. J., con 135. Randle J. se posiciona como el autor con mayor número de citas en estudios que demuestran que las enfermeras deben cambiar su contexto en la socialización de las nuevas generaciones, transformando sus prácticas educativas y su contexto (Randle, 2003), lo que marca la tendencia en investigaciones sobre prácticas negativas y estándares de cuidados de enfermería. Por su parte, Price S.L. y sus investigaciones se centran en metaestudios de socialización profesional temprana (Price et al., 2013), y en procesos de adaptación y elección de la carrera de enfermería. Skiba D.J. ha presentado artículos sobre innovaciones educativas y diferencias intergeneracionales (Skiba y Barton, 2006).

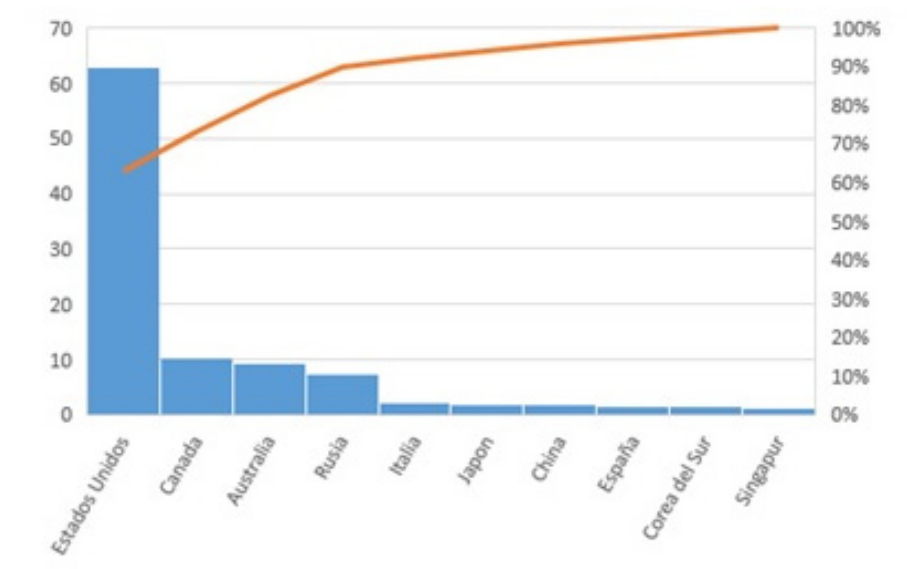
Gráfico 3. Producción anual de la asignatura desde 1968 hasta 2021



Fuente: Elaborado a partir de datos de Scopus.

El gráfico presenta la evolución del progreso científico del tema desde 1968, con poca actividad hasta el año 2000. Luego, se observa un ligero ascenso en 2009 con 36 publicaciones, seguido de un aumento en 2016 con 41 artículos relacionados, y de nuevo en 2020 con 54 artículos, lo que supone una socialización máxima y hasta octubre de 2021 con 36 artículos, que evidencian la tendencia, evolución y relevancia del problema en la comunidad científica debido a los rápidos cambios sociales y la explosión digital.

Gráfico 4: Producción científica por país desde 1968 hasta 2021



Fuente: Elaborado a partir de datos de Scopus.

El gráfico presenta a Estados Unidos como el mayor productor de conocimiento científico, con un 62,8 % de los artículos publicados relacionados con las brechas generacionales y la educación en enfermería. Le siguen Canadá, con un 10 %, y Australia, con un 9,2 %.

Tabla 2. Evolución temática de 1968 a 2021

De	Para	Palabras	Ocurrencias
Educación en enfermería 1968-2012	Humano 2013-2021	Educación en enfermería, currículo, facultad, evaluación del programa, difusión de la innovación, sociedades, organización de enfermería, informática de enfermería	285
Educación en enfermería 1968-2012	Estudiante de enfermería 2013-2021	Programa de educación, diversidad cultural	230
Organización y gestión 1968-2012	Humano 2013-2021	Organización y gestión, modelos, liderazgo, educación, relaciones interprofesionales, actitud de la enfermera, organización, modelo educativo, maestro, mentores, desarrollo del personal, comportamiento cooperativo, cooperación, comunicación interpersonal, innovación organizacional, enfermeras practicantes, teoría de la enfermería, atención al paciente	116

Se presentan los patrones de investigación entre 1968 y 2012: educación en enfermería, organización y gestión. Entre 2013 y 2021, se destacan las temáticas relacionadas con el estudiante de enfermería y la relación humana. La evolución de la temática y su relevancia está determinada por el interés de los investigadores en el primer patrón de educación en enfermería (con un nivel de ocurrencia de 285 en sus categorías y palabras clave), ya que está fuertemente ligado al aspecto humano y está relacionado con la difusión de la innovación, el profesorado, la evaluación de programas y el currículo, por lo que se destacan como líneas de investigación, además de los programas de educación y la diversidad cultural. El patrón de organización y gestión tiene una ocurrencia de 230. Según la base de datos, destacan las palabras clave *plus*, modelos, liderazgo, relaciones interprofesionales, modelo educativo, profesor, mentores, desarrollo del personal, cooperación, comunicación interpersonal, innovación organizativa, profesionales de enfermería y teoría enfermera, que muestran la tendencia, las especificaciones y el grado de desarrollo de la temática.

Discusión

La investigación puso de manifiesto que, de 653 documentos publicados entre 1968 y 2021, la temática cobró relevancia en 2016, con una alta producción científica y una amplia socialización en 2020, lo que muestra la tendencia y la evolución del tema debido a los cambios sociales y la explosión digital, como se muestra en el gráfico 3. Además, se demostró claramente que Estados Unidos es el mayor productor de publicaciones sobre estudios generacionales y educación en enfermería, lo que corresponde a las revistas con mayores índices de publicación, entre ellas *Nurse Education Today*, de alta calidad científica. Además, se evidencia la tendencia de la investigación hacia los procesos de socialización y adaptación profesional, cuyas publicaciones están estrechamente relacionadas con las brechas generacionales y la innovación educativa, ya que proponen adaptar las estrategias de enseñanza para dar cabida a la generación Net, la alfabetización

digital, el aprendizaje experiencial, la interactividad y la inmediatez (Skiba y Barton, 2006).

Las líneas de investigación principales son la evaluación de programas y planes de estudio, la difusión de la innovación, los programas educativos y la diversidad cultural. En el patrón de organización y gestión del modelo educativo destacan el comportamiento cooperativo, la comunicación interpersonal, la innovación organizacional y las teorías de enfermería con una fuerte relación con el patrón humano, como se muestra en la tabla 2. Los estudios revisados plantean estrategias innovadoras de aprendizaje, como aplicaciones para reemplazar tareas tradicionales, crear vídeos digitales que ofrecen la oportunidad de imaginar tareas de aprendizaje y potenciar la diversión mientras se aprende (Newton, 2020), entendiendo que, en el contexto pedagógico, los estudiantes pertenecen a una generación diferente a la de sus preceptores, con visiones del mundo y expectativas diferentes (Foley et al., 2012). La actividad científica en este campo se centra en nuevos métodos de enseñanza para una educación de enfermería eficaz.

La base de datos proporciona poca información sobre cómo mejorar las relaciones intergeneracionales y las brechas en un proceso de transculturación de la práctica de enfermería, cómo deben adaptarse los educadores de enfermería al conocimiento de la tecnología móvil y cómo estimular el aprendizaje autodirigido en las generaciones más jóvenes, que a menudo se acompaña de una falta de habilidades de pensamiento crítico (Shatto y Erwin, 2016).

Conclusiones

La bibliometría nos permitió evaluar el estado del conocimiento relacionado con las brechas generacionales y la educación en enfermería, así como su producción científica. El objetivo del estudio se logró mediante el análisis bibliométrico y el uso de indicadores de visibilidad, impacto y producción, que permitieron determinar la evolución y tendencia de los temas investigados, entre los que destacan

los relacionados con la educación en enfermería, las relaciones humanas, la difusión de la innovación, la evaluación de programas y currículos, la diversidad cultural, los modelos educativos y la comunicación interpersonal. Estos patrones configuran las futuras líneas de investigación en este campo.

Se examinó la evolución que ha experimentado el tema a principios de este siglo a través del indicador de producción anual, que mostró que en 2020 se obtuvo una mayor socialización. Además, se analizó la visibilidad del tema mediante el indicador total de citas y con los autores más influyentes en la comunidad científica, que han publicado estudios que demuestran que las enfermeras deben cambiar su contexto en la socialización de las nuevas generaciones y transformar e innovar las prácticas educativas mediante la difusión de alto impacto y calidad informativa.

En este estudio se analizó la literatura relacionada con las brechas generacionales y la educación en enfermería. Cabe mencionar que la limitación de esta investigación fue utilizar únicamente la base de datos Scopus y que, debido al gran número de documentos examinados, fue necesario seleccionar los más relevantes para este tipo de estudio mediante la búsqueda de palabras clave y en los títulos de la base de datos.

Los estudios existentes se centran en las características, relaciones, métodos de enseñanza y aprendizaje de las generaciones Y y Z, mientras que se habla poco de los baby boomers y de la generación X. Por lo tanto, es fundamental dirigir la investigación a estos grupos, ya sea en sus formas de aprender, de transferir ideas o en sus métodos de enseñanza, con el fin de ampliar las diferencias entre las generaciones y, por lo tanto, proponer el punto de cierre de las brechas intergeneracionales, demostrando que estas se están disolviendo.

Por otro lado, sería conveniente utilizar otras bases de datos como Web of Science y Pubmed Central, que ayudarían a enriquecer los resultados con una mayor

diversidad de datos y fuentes. La comunidad educativa enfermera debería considerar otros resultados y otros métodos cualitativos que profundicen en el estudio de las brechas generacionales.

Referencias

- Altimier, L. (marzo, 2004). Communicating with the next generation. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 4(1), 2-3. <https://doi.org/D.O.I.10.1053/j.nainr.2003.10.001>
- Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Infometrics*, 11(4), 959-975. <https://ideas.repec.org/a/eee/infome/v11y2017i4p959-975.html>
- Cantrell, M. A. y Farer, D. (2019). Millennial nursing student's experiences in a traditional classroom setting. *Journal Nurse Education*, 58(1), 27-32. <https://doi.org/10.3928/01484834-20190103-05>.
- Christodoulou, E. y Kalokairinou, A. (2015). Net generation's learning styles in nursing education. *ICIMTH*, 213, 119-121. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-538-8-119>
- Chunta, K., Shellenbarger, T. y Chicca, J. (2021). Generation Z students in the online environment: Strategies for nurse educators. *Nurse Educator*, 46(2), 87-91. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000872>
- Derek, R. y Hazelton, M. (noviembre, 2008). Bibliometrics, citation indexing, and the journals of nursing. *Nursing and Health Science Sciences*, 10(4), 260-265. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2008.00414.x>
- DiMaggio, M. J. K. y Hudacek, S. S. (noviembre, 2020). Educating generation Z: Psychosocial dimensions of the clinical learning environment that predict student satisfaction. *Nurse Education in Practice*, 49(102902). <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2020.102901>
- Erlam G, Smythe, L. y Wright-St Claire, V. (febrero, 2018). Action research and millennials: Improving pedagogical approaches to encourage critical thinking. *Nurse Education Today*, 61, 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.11.023>

- Foley, V. C., Myrick, F. y Yonge, O. (septiembre, 2013). Intergenerational conflict in nursing preceptorship. *Nurse Educator Today*, 33(9), 1003-1007. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2012.07.019>
- Foley, V. C., Myrick, F. y Yonge, O. (2012). A phenomenological perspective on preceptorship in the intergenerational context. *Intern Journal of Nursing Education Scholarship*, 9(1).
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2017). Scopus: Funcionalidades básicas en Scopus. <https://docplayer.es/64273244-Scopus-funcionalidades-basicas-en-scopus-junio-2014.html>
- Hampton D., Welsh, D., Wiggins, A. (2020). Learning preferences and engagement level of generation Z nursing students. *Nurse Education*, 45(3), 160-164. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000710>
- Hart, S. (2017). Today's learners and educators: Bridging the generational Gaps. *Teaching and Learning in Nursing*, 12(4), 253-257. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2017.05.003>
- Heller, B. R., Oros, M. T. y Durney-Crowley, J. (enero-febrero, 2000). The future of nursing education. Ten trends to watch. *Nursing and Health Care Perspectives*, 21(1), 9-13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11040668/>
- Morrell, B.L. M. y Eukel, H. N. (2020). Escape the generational gap: A cardiovascular escape room for nursing education. *Journal Nurse Education*, 59(2), 111-115. <https://doi.org/10.3928/01484834-20200122-11>
- Newton, R. H. (mayo, 2020). Digital innovation: Transition to practice using apple clips to teach nursing leadership. *Journal Nursing Education*, 59(5), 283-286. [10.3928/01484834-20200422-09](https://doi.org/10.3928/01484834-20200422-09)
- Price, S.L., McGillis Hall, L., Angus, J. E., Peter, E. (abril, 2013). Choosing nursing as a career: A narrative analysis of millennial nurse's career choice of virtue. *Nurse Inquiry*, 20(4), 305-316. <https://doi.org/10.1111/nin.12027>
- Price, S. L. (diciembre, 2008). Becoming a nurse: A meta-study of early professional socialization and career choice in nursing. *Leading Global Nursing Research*, 65(1), 11-19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04839.x>
- Ramírez Revilla, G. A. y Álvarez Aros, E. L., Nuño de la Parra, P. (2020). Proceso analítico jerárquico y selección estratégica de proveedores: Un estudio bibliométrico. *Revista Espacios*, 41(29), 255-270. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n29/20412919.html>
- Randle, J. (agosto, 2003). Bullying in the nursing profession. *Journal of Advanced Nursing*, 43(4), 395-401. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02728.x>
- Shatto, B. y Erwin, K. (junio, 2016). Moving on from millennials: Preparing for generation Z. *Journal Continuing Education Nursing*, 47(6), 253-254. [10.3928/00220124-20160518-05](https://doi.org/10.3928/00220124-20160518-05)
- Skiba, D. J. y Barton, A. J. (2006). Adapting your teaching to accommodate the Net generation of learners. *The Online Journal of Issues in Nursing*, 11(2). <https://doi.org/10.3912/OJIN.Vol11No02Man04>
- Takahashi, Y. (1968). Changing society and the role of nursing education: Education designed for creation of the next generation. *Sogo Kango. Comprehensive Nursing, Quarterly*, 3(1), 32-39.
- Tsimane, T. A. y Downing, C. (julio, 2020). A model to facilitate transformative learning in nursing education. *International Journal of Nursing Sciences*, 7(3), 269-276. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2020.04.006>
- Williams, C. A. (2019). Nurse educators meet your new students: Generation Z. *Nurse Educator*, 44(2), 59-60. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000637>

Propuesta de metodología de diseño estratificado para sistemas IoT: Un marco para proyectos de investigación académica

A Layered Design Methodology Proposal for IoT Systems: A Framework for Academic Research Projects



DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i78.19713>
URI: <http://hdl.handle.net/11298/1381>

Omar Otoniel Flores Cortez
Universidad Tecnológica de El Salvador
Investigador
omar.flores@utec.edu.sv
orcid.org/0000-0003-1754-4090

Fernando Arévalo
Ruhr-Universität Bochum, Alemania
Investigador
Fernando.ArevaloNavas@ruhr-uni-bochum.de
orcid.org/0000-0001-8664-2626

Carlos Osmín Pocasangre Jiménez
Universidad de El Salvador
Investigador
carlos.pocasangre@ues.edu.sv
orcid.org/0000-0002-7463-9873

Recibido: 23 de abril de 2024
Aprobado: 17 de agosto de 2024

Resumen

Este artículo presenta una nueva metodología de diseño para sistemas de internet de las cosas (IoT). La metodología de nueve pasos se desarrolló a partir de la experiencia de sus autores en el diseño de sistemas IoT en entornos académicos, y ha demostrado su eficacia en varios proyectos de investigación. La metodología propuesta se caracteriza por su simplicidad, lo que la hace

Abstract

This paper presents an innovative design methodology for IoT systems. The nine-step methodology was developed from the authors' experience in designing IoT systems in academic contexts and has proven effective in several research projects. The proposed methodology is characterized by its simplicity, making it accessible to students and researchers with no prior experience

accesible a estudiantes e investigadores sin experiencia previa en el diseño de estos sistemas. Además, su enfoque por capas divide el proceso de diseño en etapas bien definidas, lo que facilita la gestión y el seguimiento del proyecto. Este artículo describe en detalle cada una de las etapas de la metodología, acompañadas de ejemplos concretos de su aplicación en proyectos anteriores. Esta propuesta pretende ser un recurso útil para estudiantes e investigadores que deseen desarrollar sistemas IoT de manera eficiente para proyectos de investigación académica.

Palabras clave

Internet de las cosas, innovaciones tecnológicas, productividad científica e investigación, diseño de sistemas, investigación y desarrollo, investigación científica: teoría, métodos, etc.

in IoT system design. Moreover, the layered approach of this methodology divides the design process into well-defined stages, facilitating project management and monitoring. This paper describes each stage of the methodology in detail, accompanied by concrete examples of its application in previous projects. This proposal aims to provide a useful resource for students and researchers who wish to efficiently develop IoT systems for academic research projects.

Keywords

Internet of the Things, technological innovations, scientific productivity and research, system design, research and development, scientific research: theory, methods.

Introducción

El IoT hace referencia a la interconexión de dispositivos físicos, como electrodomésticos, vehículos, sensores, cámaras y otros objetos, a través de internet. Estos dispositivos están equipados con sensores, actuadores y tecnología de conexión, lo que les permite recoger y compartir datos con otros dispositivos y sistemas, facilitando la automatización, la monitorización remota y la toma de decisiones inteligentes (Cecilio Núñez y Moreno, 2021).

Un sistema de IoT está formado por dispositivos físicos (cosas o nodos) que recogen datos a través de sensores y efectúan acciones a través de actuadores, conectándose a través de diferentes tecnologías de comunicación. Estos datos son gestionados por una plataforma IoT que proporciona seguridad, análisis de datos y una interfaz de usuario para interactuar con el sistema (Yacchirema Vargas, 2019).

El diseño de sistemas IoT ha surgido como un campo de investigación y desarrollo crucial en la era digital. La proliferación de dispositivos conectados y la creciente

demanda de soluciones inteligentes han puesto de relieve la importancia de metodologías eficaces para guiar el proceso de diseño de estos sistemas complejos. En este contexto, la elección y aplicación de una metodología específica desempeñan un papel clave en el éxito de un proyecto de IoT, ya que proporcionan un marco estructurado para abordar los retos inherentes a este campo multidisciplinario.

Al iniciar cualquier proyecto de IoT, es fundamental elegir la metodología adecuada. Esta decisión no solo influye en la eficiencia y eficacia del proceso de diseño, sino también en la calidad y viabilidad del producto final. Sin embargo, este proceso puede presentar desafíos únicos para los estudiantes e investigadores en entornos latinoamericanos. La diversidad de contextos socioeconómicos, infraestructuras tecnológicas y recursos disponibles en la región requiere enfoques flexibles y adaptados que a menudo abordan las metodologías convencionales.

En respuesta a esta necesidad, este artículo presenta una nueva metodología de diseño por capas para

sistemas IoT, específicamente desarrollada, teniendo en cuenta las particularidades de los entornos académicos y de investigación latinoamericanos. Esta metodología se propone como una herramienta versátil y adaptable que facilita el proceso de diseño, desarrollo y evaluación de sistemas IoT en este contexto específico. Este artículo busca contribuir al avance del campo de los sistemas IoT en entornos latinoamericanos, proporcionando una metodología de diseño adaptada a las necesidades y realidades de los estudiantes e investigadores de la región.

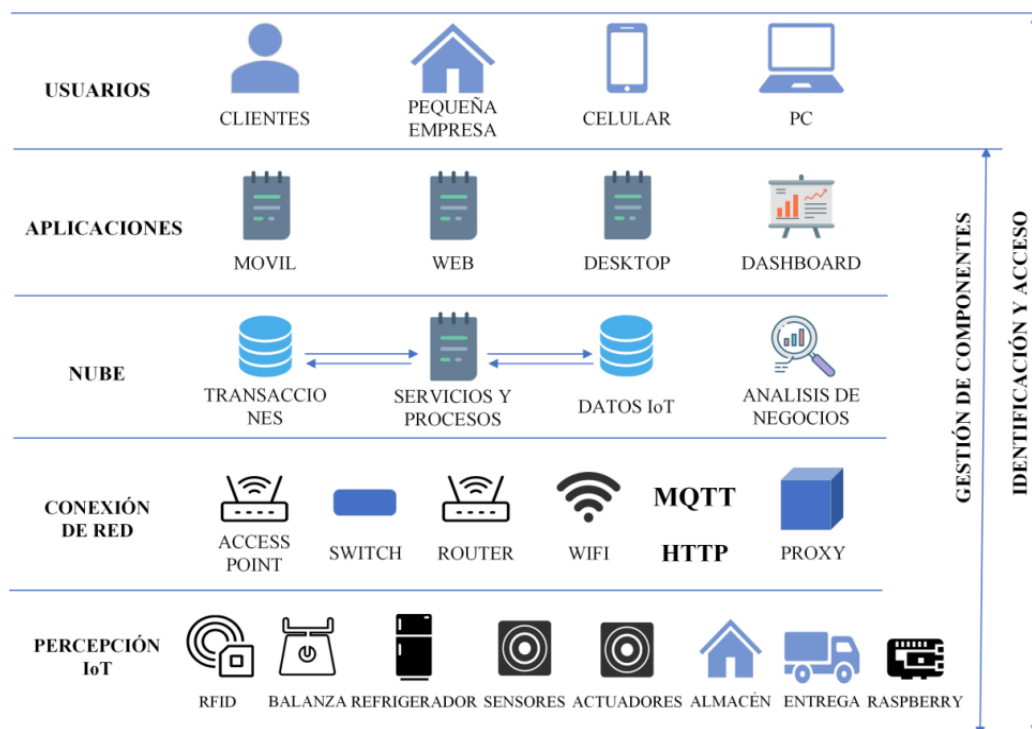
La metodología propuesta se basa en la experiencia acumulada en el diseño y desarrollo de sistemas IoT en entornos latinoamericanos, así como en las mejores prácticas identificadas a nivel internacional. Destaca por su enfoque modular y adaptable, que permite ajustar el proceso de diseño en función de las

necesidades específicas de cada proyecto y de las características del entorno local.

Para respaldar la viabilidad y eficacia de esta nueva metodología, se presentarán ejemplos de aplicación y casos de uso en los que se ha implantado con éxito en proyectos de investigación y desarrollo. Estos ejemplos ilustrarán cómo la metodología propuesta se puede aplicar en diferentes escenarios y ámbitos de aplicación, y destacarán su flexibilidad y capacidad para hacer frente a una variedad de desafíos en el diseño de sistemas IoT.

Al presentar esta nueva metodología y su aplicación práctica, se espera fomentar la innovación y el desarrollo de soluciones inteligentes que impulsen el progreso socioeconómico y tecnológico de la región.

Figura 1: Arquitectura básica de un sistema de IoT



Nota: La imagen muestra los bloques funcionales que componen la arquitectura básica de un sistema de IoT, así como algunas opciones de implementación para cada capa. Fuente: Gélvez-Rodríguez y Santos-Jaimes (2020).

Estado de la técnica

El diseño de sistemas IoT ha sido objeto de investigación y desarrollo en todo el mundo, con una amplia gama de metodologías propuestas para guiar este complejo proceso (Merzouk et al., 2020). En esta sección, se revisará el estado actual de las metodologías de diseño de sistemas IoT, haciendo hincapié tanto en los enfoques convencionales como en las tendencias emergentes en este campo.

Las metodologías tradicionales para el diseño de sistemas IoT suelen basarse en enfoques tradicionales de ingeniería de software y sistemas, adaptados para abordar los desafíos únicos de la interconexión de dispositivos y la gestión de datos en entornos IoT (Fortino et al., 2021). Un ejemplo de estas metodologías es el Modelo Espiral, que se centra en la iteración y la mitigación de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, lo que lo hace especialmente adecuado para proyectos de IoT en los que la complejidad y la incertidumbre son habituales (ASP Gems, 2019).

La metodología de Ingeniería de Requisitos se centra en la identificación y documentación de los requisitos del sistema, lo cual es fundamental en el diseño de sistemas IoT, donde la interoperabilidad y la escalabilidad son aspectos críticos a tener en cuenta (Carrizo y Rojas, 2018). La metodología del Ciclo de Desarrollo de Software proporciona un enfoque general para el desarrollo de software, incluyendo etapas como la planificación, el diseño, la implementación, las pruebas y el mantenimiento. Es fácilmente adaptable al desarrollo de sistemas IoT de cualquier tamaño y complejidad (Alfawair, 2022).

Ante la necesidad de enfoques más flexibles y adaptables, han surgido tendencias en el diseño de sistemas IoT. Estas tendencias incluyen metodologías ágiles, como Scrum y Kanban, que se centran en la colaboración interfuncional, la iteración continua y la entrega incremental. Son especialmente adecuadas para proyectos de IoT en los que se requiere flexibilidad y adaptabilidad para responder a los rápidos cambios de los requisitos del cliente o del mercado (Ochante-Huamactto et al., 2022; Alshammari, 2022; Guerrero-Ulloa et al., 2023).

Investigaciones anteriores también han demostrado la eficacia de la metodología de diseño centrado en el usuario, que prioriza la comprensión de las necesidades y expectativas de los usuarios finales a lo largo de todo el proceso de diseño (Bordegoni et al., 2023).

Por otro lado, la metodología Model Driven Development, que utiliza el modelado para especificar, diseñar y desarrollar sistemas IoT, también es común en la literatura consultada. Permite una mayor abstracción y reutilización de componentes, lo que puede acelerar el proceso de desarrollo y mejorar la calidad del software resultante (Nast y Sandkuhl, 2023; Figueira Gonçalves et al., 2022).

La metodología de desarrollo basado en prototipos es un enfoque iterativo que consiste en crear rápidamente versiones preliminares del producto final con el objetivo de validar conceptos, obtener retroalimentación temprana de los usuarios y reducir el riesgo de desarrollo. Esta metodología es especialmente relevante en el contexto del IoT debido a la complejidad y diversidad de los sistemas y dispositivos implicados (Meyliana et al., 2023).

A pesar de los avances en este campo, el diseño de sistemas de IoT en entornos latinoamericanos sigue planteando importantes desafíos. Estos retos se deben a la falta de recursos y de formación especializada, así como a la necesidad de adaptar las metodologías existentes a las particularidades locales. Sin embargo, también existen oportunidades para la innovación y la colaboración en el desarrollo de metodologías específicas para la región que puedan abordar las necesidades únicas de los estudiantes e investigadores latinoamericanos en el diseño de sistemas IoT. Tras revisar la literatura existente, nuestro enfoque difiere de las contribuciones actuales al proponer una metodología sencilla y práctica con un enfoque didáctico. Nuestra propuesta pretende apoyar a estudiantes, investigadores, académicos e incluso a profesionales de la industria en el diseño e implementación de sistemas IoT.

Metodología de diseño por capas para sistemas IoT

Las metodologías de diseño para sistemas IoT combinan enfoques convencionales y tendencias emergentes, y enfrentan retos y oportunidades. En la siguiente sección, se presentará una nueva metodología de diseño por capas para sistemas IoT, diseñada para tener en cuenta las necesidades particulares de los desarrollos de estos sistemas en entornos académicos y de investigación. Esta propuesta metodológica pretende ser una opción de diseño que fomente la colaboración entre estudiantes, investigadores y profesionales de la industria, y cree oportunidades para la transferencia de conocimiento y la generación de soluciones innovadoras.

Presentamos una metodología innovadora para el desarrollo de sistemas IoT, meticulosamente diseñada en nueve etapas que abarcan todos los aspectos del proceso. Cada etapa tiene un objetivo claro y se describe de forma concisa, lo que facilita su comprensión y aplicación. Su objetivo es ser una herramienta práctica para cualquiera que desee desarrollar una aplicación IoT, desde principiantes hasta expertos en la materia. La metodología propuesta abarca desde la fase conceptual inicial, en la que se definen los requisitos y objetivos del sistema, hasta el despliegue final y el mantenimiento posterior. La metodología por capas consta de nueve etapas, como se ilustra en la Figura 1. A continuación, se ofrece una descripción detallada de cada una de ellas para comprender mejor su desarrollo.

Figura 2: Secuencia de la Metodología en Capas para el diseño de sistemas IoT.



Nota: la figura muestra la secuencia de etapas que componen la metodología propuesta. Fuente: Diseño propio.

1. Definición de los requisitos y comportamiento del sistema

En esta fase se deben definir los requerimientos en términos de funcionalidad general del sistema; es decir, se establecen las bases sobre las que se construirá el sistema, definiendo su propósito, características y comportamiento. Los puntos clave que hay que definir en esta etapa son: Función principal: se establece la tarea principal del sistema: ¿qué problema pretende resolver?, ¿qué necesidad concreta satisface? Nivel de IoT: se determina el nivel de complejidad del sistema dentro del paradigma IoT: ¿Se trata de un sistema de monitorización básico, un sistema de control sencillo o un sistema complejo con capacidades de autogestión e inteligencia artificial?

2. Requisitos relacionados con la capa física

En esta fase se deben definir las necesidades de sensores o de interfaz con el mundo real en el que estará inmerso el sistema de IoT que se va a diseñar. Los puntos clave que hay que definir son:

- Número de nodos: se especifica el número de sensores y actuadores necesarios para cumplir la función principal del sistema. En esta fase también se considera la ubicación y distribución de los nodos. Alimentación eléctrica: se establecen los requisitos de voltaje para cada nodo, teniendo en cuenta las restricciones energéticas y la disponibilidad de fuentes de alimentación en el entorno donde se implementará el sistema. Nodos e interfaces: Se definen los tipos de sensores y actuadores necesarios y sus interfaces digitales o analógicas, asegurando la compatibilidad entre los diferentes componentes del sistema. Potencia computacional: se determina la capacidad de procesamiento necesaria en cada nodo, teniendo en cuenta la complejidad de las tareas que se van a ejecutar y la necesidad de procesamiento en tiempo real o diferido.

3. Requisitos de la capa de red

Esta es una etapa fundamental para garantizar una comunicación eficaz y segura entre los distintos

componentes del sistema IoT. En esta etapa se establecen las características y protocolos que regirán el intercambio de datos. Los aspectos clave que hay que definir en esta etapa son: Tipología de comunicación: hay que definir cuál será la topología de red más adecuada para el sistema, teniendo en cuenta factores como el número de nodos, la distancia entre ellos, la necesidad de redundancia y la escalabilidad. Las opciones incluyen topologías en estrella, en bus, en anillo o en malla. Comunicación por cable o inalámbrica: se determina si la comunicación entre nodos será por cable (Ethernet, RS-485) o inalámbrica (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN). La elección dependerá del entorno operativo, la distancia entre nodos, la necesidad de movilidad y el consumo de energía. Retardo de transmisión: se define si el sistema requiere la transmisión de datos en tiempo real (para aplicaciones como el control industrial) o si puede tolerar un retraso en la entrega de la información (para aplicaciones de monitorización medioambiental). Distancia entre nodos: se establecen las distancias mínimas y máximas entre los nodos y el concentrador, teniendo en cuenta el alcance de la tecnología de comunicación seleccionada y la topología de la red. Potencia de transmisión: se definen límites de potencia de transmisión para cada nodo, teniendo en cuenta la normativa local, el consumo de energía y la necesidad de minimizar las interferencias entre redes. Criptografía de los datos: se selecciona el tipo de criptografía que se va a utilizar para proteger la información durante la transmisión, garantizando la confidencialidad, la integridad y la autenticidad de los datos.

4. Requisitos de la capa de aplicación

Esta etapa se centra en la gestión y el procesamiento de los datos recogidos por los sensores del sistema IoT. Los puntos clave que hay que definir son: Tipos de usuarios finales: se definen los diferentes tipos de usuarios que interactuarán con el sistema y se categorizan por su rol (público en general, especialistas, directivos) y necesidades de información. Acceso a la información: se determina el tipo de información al que tendrá acceso cada tipo de usuario, teniendo en cuenta la sensibilidad de los

datos, su rol en el sistema y las tareas que necesitan hacer. Esta etapa se centra en la interacción entre el sistema y los usuarios finales. Interfaces de usuario: se definen las interfaces que el sistema ofrecerá a los usuarios, como aplicaciones web, aplicaciones móviles, interfaces de voz o interfaces táctiles. Se tienen en cuenta factores como la usabilidad, la accesibilidad y la experiencia del usuario. Complejidad del procesamiento y el análisis: se determina la complejidad necesaria en las interfaces de usuario para el procesamiento y el análisis. Esto incluye la capacidad de visualizar datos, hacer análisis en tiempo real, generar alertas y tomar decisiones. Dispositivos de usuario final: se definen los tipos de dispositivos que los usuarios finales utilizarán para acceder al sistema, como teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores o dispositivos IoT específicos.

5. Selección de los componentes de hardware del nodo IoT

En esta fase se seleccionan los componentes físicos que conformarán cada nodo, como sensores, actuadores, controladores y transceptores de radio. Los puntos que hay que definir en esta fase de diseño son: Sensores y actuadores: se seleccionan sensores y actuadores específicos que cumplan los requisitos definidos en etapas anteriores. Se tendrán en cuenta características como el tipo de magnitud que se va a medir o controlar, el rango de medida, la precisión, el consumo y la compatibilidad con el resto del hardware. Controlador, microcontrolador o microprocesador: se elige el «cerebro» del nodo, ya sea un controlador, un microcontrolador o un microprocesador. La elección dependerá de la potencia de cálculo necesaria, la cantidad de memoria, el número de entradas y salidas disponibles para conectar sensores y actuadores, y el consumo de energía. Transceptor de radio: se selecciona el transceptor de radio adecuado para la comunicación inalámbrica entre los nodos y el concentrador. Se tienen en cuenta factores como la frecuencia de funcionamiento, la potencia de transmisión, el alcance, la sensibilidad y el consumo de energía.

6. Definiciones de los algoritmos de procesamiento de datos

En esta fase se determina cómo se procesará y analizará la información recogida por el sistema IoT. Esta etapa define la lógica y los métodos que se utilizarán para convertir los datos brutos en información útil y procesable. Los aspectos clave que deben definirse son los siguientes:

- Firmware del nodo IoT: se define la estructura y las funciones principales del firmware que se ejecutará en cada nodo. Esto incluye la lógica de adquisición de datos, el procesamiento básico, la comunicación con otros nodos y la gestión de la energía.
- Procesamiento en la plataforma IoT: se define la lógica de los procedimientos de procesamiento que se implementarán en dicha plataforma. Esto incluye la integración de datos de diferentes nodos, el análisis avanzado, la generación de alertas, la visualización de datos y la toma de decisiones.
- Pseudocódigo o diagramas de flujo: se pueden utilizar herramientas como el pseudocódigo o los diagramas de flujo para describir la lógica de los algoritmos de procesamiento de forma clara y concisa.
- Lenguaje de programación: se selecciona el lenguaje de programación adecuado para desarrollar el firmware del nodo IoT y la plataforma IoT. A la hora de elegir, hay que tener en cuenta factores como la facilidad de uso, la eficiencia, la compatibilidad del hardware y la disponibilidad de bibliotecas.

7. Selección de componentes de la plataforma IoT

En esta fase se seleccionan los servicios, herramientas y componentes tecnológicos que conformarán el marco del sistema IoT que se va a implantar. Los puntos clave que hay que definir en esta etapa son: Servicio en la nube: la elección del tipo de servicio en la nube (SaaS, PaaS o IaaS) es un hito fundamental para la arquitectura del sistema. Cada tipo tiene ventajas e inconvenientes únicos que deben evaluarse meticulosamente. Factores como el coste, la escalabilidad, la seguridad y la compatibilidad son determinantes en esta elección. Protocolos

de comunicación: seleccionar los protocolos de comunicación adecuados es esencial para facilitar una interacción fluida entre los nodos y la plataforma IoT. Debe elegirse un protocolo que sea implementable tanto por los controladores de los nodos como por el servicio en la nube seleccionado, garantizando así una comunicación eficiente. Interfaz API: las interfaces de programación (API) permiten la interacción entre los nodos del sistema y la plataforma. Elegir la interfaz API adecuada contribuirá a una integración fluida y a una comunicación eficaz entre los componentes del sistema. Almacenamiento: la selección del tipo de base de datos y del servicio de almacenamiento para los datos generados por los nodos es importante. A la hora de seleccionar el servicio y la estructura de la base de datos, hay que tener en cuenta la capacidad de almacenamiento, la velocidad de acceso, la redundancia y la disponibilidad. Presentación: La elección del servicio web para gestionar las interfaces de usuario remotas es crucial para garantizar una experiencia de usuario satisfactoria. Este servicio web proporcionará el entorno en el que los usuarios interactuarán con el sistema, accediendo a los datos y controlando los dispositivos IoT de forma remota.

8. Requisitos de despliegue

En esta fase del proceso de implantación del sistema IoT diseñado, se deben detallar los requisitos necesarios para llevar a cabo un despliegue eficaz y seguro del sistema en el entorno operativo previsto. Estos requisitos abarcan diversos aspectos críticos para garantizar el funcionamiento óptimo y la integridad del sistema en el lugar de despliegue. A continuación, se describen los principales aspectos que deben tenerse en cuenta. Requisitos de la red eléctrica: hay que indicar los requisitos de la instalación eléctrica necesarios para satisfacer las demandas de energía del sistema IoT en el lugar de despliegue, así como la capacidad eléctrica disponible, la provisión de tomas de corriente adecuadas y la consideración de sistemas de alimentación de reserva en caso de cortes de energía.

Requisitos de comunicación: deben especificarse los requisitos de cobertura de los enlaces de comunicación necesarios para garantizar una conectividad fiable entre los dispositivos IoT y la infraestructura de red, así como la calidad de la señal y la configuración de redes cableadas o inalámbricas. Requisitos de protección ambiental: deben establecerse los requisitos relativos a la protección del punto de instalación frente a condiciones climáticas adversas, como la lluvia, la humedad, el polvo o las temperaturas extremas, y debe garantizarse el uso de carcasas o armarios resistentes a la intemperie y la aplicación de medidas de sellado y protección adecuadas. Requisitos de seguridad: deben definirse las necesidades de seguridad física del punto de instalación para proteger los dispositivos IoT frente a posibles actos vandálicos o robos, y para garantizar la seguridad del personal que instala y mantiene el sistema.

9. Requisitos de mantenimiento

En esta etapa se detallan todos los aspectos necesarios para mantener la integridad y eficacia del sistema a largo plazo. A continuación, se describen los principales requisitos que deben tenerse en cuenta. Periodicidad del mantenimiento: se establece la periodicidad de las inspecciones preventivas, actualizaciones de software y hardware, ajustes y reparaciones que sean necesarias. Procedimientos de limpieza: se definen los procedimientos necesarios para garantizar el funcionamiento continuo y fiable de los nodos y sensores del sistema, como la limpieza de superficies, la eliminación de obstrucciones y la inspección visual para detectar signos de desgaste o deterioro. Personal de mantenimiento: se especifica el número y la especialización del personal encargado de las tareas de mantenimiento. Herramientas y equipos: se definen las herramientas manuales, los equipos de medición y diagnóstico, así como los dispositivos de protección personal y los sistemas de seguridad necesarios para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento.

Tabla 1. Resumen de los puntos clave que deben definirse en cada etapa de la metodología de diseño propuesta

Etapas	Descripción	Puntos clave
Requisitos de comportamiento del sistema	Definir la funcionalidad general del sistema	· Necesidad por satisfacer · Función principal · Nivel de IoT
Requisitos de la capa física	Definir las necesidades de interacción del sistema con el entorno	· Tipo y cantidad de sensores/ actuadores · Voltaje de nodos · Poder computacional del nodo · Entorno de instalación de los nodos
Requisitos relativos a la capa de red	Definir las necesidades de comunicación entre nodos y plataforma	· Topología de la red · Red alámbrica o inalámbrica · Tipo de capa de transporte · Latencia de transmisión · Protocolo de transmisión
Requisitos relativos a la capa de aplicación	Definir las necesidades de gestión y presentación	· Tipo de usuarios · Tipo de interfaz con el usuario · Tipo de procesamiento y necesidad de poder computacional
Selección hardware del nodo	Definir los componentes electrónicos del nodo	· Número de parte de sensores y/o actuadores · Número de parte del CPU (microcontrolador o microprocesador) · Transceptor de radio a utilizar
Algoritmos de procesamiento a implementar	Definir el procesamiento de los datos en nodos y plataforma	· Algoritmo de funcionamiento CPU nodo · Tareas de procesamiento en la plataforma · Lenguajes de programación
Selección de componentes de plataforma	Definir las herramientas de software para la plataforma de IoT	· API de conexión con el nodo · Servicio de almacenamiento · Servicio de procesamiento · Servicio de presentación
Requisitos de despliegue	Definir las necesidades para la implementación en campo del sistema	· Red de alimentación de voltaje · Cobertura de red de comunicaciones · Protección ambiental · Seguridad
Requisitos de mantenimiento	Definir las necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema	· Acciones de limpieza de sensores y nodo · Periodicidad de revisión · Personal a cargo

Discusión

La metodología presentada pretende ser una herramienta de apoyo para el desarrollo de sistemas IoT. Está dirigida a estudiantes, investigadores académicos y expertos industriales que busquen una metodología sencilla y eficaz con pasos bien definidos. La metodología se basa en un enfoque holístico que abarca todas las etapas del desarrollo de sistemas IoT, desde la definición de requisitos hasta la implementación y evaluación.

La metodología propuesta es flexible, se puede adaptar a las necesidades específicas de cada proyecto, escalable, ya que se puede aplicar a proyectos de pequeña y gran escala, y reproducible, ya que los pasos están definidos y permiten reproducir los resultados de los proyectos. Esta metodología se ha utilizado con éxito en varios trabajos, como el sistema IoT móvil para la medición de la calidad del aire (Flores-Cortez et al., 2023), el sistema IoT para el monitoreo de gas CO₂ en volcanes (Pocasangre et al., 2023), el sistema de localización de camiones (Flores-Cortez y Gonzales Crespín, 2023) y el sistema IoT para el monitoreo de gas GLP (Flores-Cortez et al., 2021).

A pesar de las ventajas que ofrece nuestra nueva metodología para el diseño de sistemas IoT, es crucial reconocer y abordar los retos que podrían dificultar su éxito. Para que sea eficaz, es fundamental difundirla y adoptarla, lo que requiere un esfuerzo sostenido de promoción mediante la publicación de artículos, la celebración de conferencias y la creación de materiales educativos. Además, el constante avance del campo del IoT requiere la actualización y evolución continuas de la metodología para integrar los últimos avances tecnológicos. La formación y la educación en su uso son esenciales para su adopción generalizada, así como para su adaptación a proyectos específicos con el fin de garantizar su pertinencia y eficacia. Sin embargo, nos enfrentamos a la resistencia al cambio de quienes están familiarizados con metodologías anteriores, lo que pone de relieve la necesidad de comunicar eficazmente las ventajas de nuestro enfoque.

Conclusión

Para garantizar el éxito de su desarrollo y aplicación, es fundamental obtener financiación para la investigación y fomentar la colaboración entre las distintas partes interesadas. Además, es esencial tener en cuenta las necesidades de los usuarios finales en su diseño y efectuar evaluaciones continuas para mejorar y adaptar la metodología a las exigencias de un contexto en constante cambio.

Referencias

- Alfawair, M. (march 2022). Internet-of-things: A system development life cycle (sdic). Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 100(6), 1643-1643. <https://www.jatit.org/volumes/Vol100No6/5Vol100No6.pdf>
- Alshammari, F. H. (2022). *Analytical evaluation of SOA and SCRUM business process management approaches for IoT-based services development. Scientific Programming*, 2022(1). <https://doi.org/10.1155/2022/3556809>
- ASP Gems. (2019). *Metodología de desarrollo de software (III) – Modelo en Espiral*. Madrid.
- Bordegoni, M., Carulli, M. & Spadoni, E. (2023). *User experience and user experience design*. En *Prototyping user experience in extended reality* (pp. 11-28). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39683-0_2
- Carrizo, D. y Rojas, J. (2018). *Metodologías, técnicas y herramientas en ingeniería de requisitos: Un mapeo sistemático. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26(3), 473-485. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052018000300473>
- Cecilio Núñez, Y. L. y Moreno, A. F. (abril-junio 2021). *La gestión en internet de las cosas. Telemática*, 20(2), 63-84. <https://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/471/408>
- Figueira Goncalves, R., Menolli, A. & Dionisio, G. M. (2022). *MDD4CPD: Model driven development approach proposal for cyber-physical devices. ACM International Conference Proceed-*

- ing Series, Par F180474. (31), 1-8. <https://doi.org/10.1145/3535511.3535542>
- Flores-Cortez, O. O. & Gonzales Crespín, B. (2023). *Aplicación de tecnologías IoT en el control y seguimiento de transporte de carga terrestre. Revista Minerva*, 6(1), 43-56. <https://doi.org/10.5377/revminerva.v6i1.16416>
- Flores-Cortez, O. O., Pocasangre Jiménez, C., Arévalo, F., López, R. L., Peña Martínez, D., & Rafael, O. P. (2023). *A Low-cost IoT Mobile System for Air Quality Monitoring in Developing Countries, a Study Case in El Salvador. 2023 International Conference on Smart Applications, Communications and Networking (SmartNets)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/SmartNets58706.2023.10215961>
- Flores-Cortez, O., Cortez, R. & González, B. (2021). *Design and Implementation of an IoT based lpg and co gases monitoring system. Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, 31-39. <https://doi.org/10.5121/csit.2021.110803>
- Fortino, G., Savaglio, C., Spezzano, G. & Zhou, M. (january 2021). *Internet of things as system of systems: A review of methodologies, frameworks, platforms, and tools. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 51(1), 223-236. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2020.3042898>
- Gélvez-Rodríguez, L. F. y Santos-Jaimes, L. M. (enero-diciembre, 2020). *Internet de las cosas: Una revisión sobre los retos de seguridad y sus contramedidas. Revista Ingenio*, 17(1), 56-64. <https://doi.org/10.22463/2011642x.2370>
- Guerrero-Ulloa, G., Rodríguez-Domínguez, C. & Hornos, M. J. (january 2023). *Agile methodologies applied to the development of internet of things (IoT)-based systems: A review. En Sensors*, 23(2), 1-35. <https://doi.org/10.3390/s23020790>
- Merzouk, S., Cherkaoui, A., Marzak, A. & Nawal, S. (2020). *IoT methodologies: Comparative study. Procedia Computer Science*, 175, 585-590, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.084>
- Meyliana, Surjandy, Condrobimo, A. R., Eka Widjaja, H. A., Atmadja, W., Susanto, R. & Sablan, B. (2023). *The implementation of business process block-chain technology based of MSCWR SmartBox Model. Indonesian Journal of Information Systems*, 5(2), 68-80. <https://doi.org/10.24002/ijis.v5i2.6793>
- Nast, B. & Sandkuhl, K. (2023). *Methods for model-driven development of IoT applications: Requirements from industrial practice. En H. Kaindl, M. Mannion & L. Maciaszek (Ed.), Proceedings of the 18th international conference on evaluation of novel approaches to software engineering (pp. 170-181).* <https://doi.org/10.5220/0011973500003464>
- Ochante-Huamaccto, Y., Robles-Delgado, F., Sierra-Liñan, F. & Cabanillas-Carbonell, M. (july, 2022). *Internet of things based mobile application to improve citizen security. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 27(1), 386-394. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/6897/27347-55837-1-PB1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pocasangre, C. O., Flores-Cortez, O. O., Arévalo, F., Arriaza, C., Aguilar, O., & Henríquez Miranda, B. (2023). *An IoT mobile system for CO₂ monitoring in volcanic soil using the LI-830 sensor and an android app. 2023 International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICNSC58704.2023.10318977>
- Yacchirema Vargas, D. C. (2019). *Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (IoT)* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Valencia].<https://ri-unet.upv.es/bitstream/handle/10251/129858/Yacchirema%20-%20Arquitectura%20de%20Interoperabilidad%20de%20dispositivos%20f%C3%adsicos%20para%20el%20%20Internet%20de%20las%20C....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Artículo científico

General Anxiety Disorder-2: Análisis psicométrico en una muestra de adultos salvadoreños

General Anxiety Disorder-2: Psychometric Analysis Using a Sample of Salvadorean Adults



DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i78.18983>

URI: <http://hdl.handle.net/11298/1371>

Marlon Elías Lobos Rivera¹

marlon.lobos@mail.utec.edu.sv; marlon.lobos28@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7995-6122>

Scopus Author ID: 57222023834

Web of Science ResearcherID (Publons): AAS-2268-2021

Loop profile: 1307424

Giovanni Alexander Rodríguez Quezada²

3228212019@mail.utec.edu.sv

<https://orcid.org/0009-0006-7166-2337>

Natalie Gómez Gómez³

3211402020@mail.utec.edu.sv

<https://orcid.org/0000-0001-8659-8071>

María Isabel Coreas Maravilla⁴

3238822019@mail.utec.edu.sv

<https://orcid.org/0009-0008-6495-6606>

Elisa María Vega Rodríguez⁵

elisa.vega@utec.edu.sv

Recibido: 10 de febrero de 2024

Aprobado: 10 de diciembre de 2024

¹ Licenciado en Psicología, máster en Docencia Universitaria. Docente investigador de la Escuela de Psicología. Universidad Tecnológica de El Salvador.

² Egresado de Licenciatura en Psicología. Universidad Tecnológica de El Salvador.

³ Licenciada en Administración de Empresas, estudiante de quinto año de Licenciatura en Psicología. Universidad Tecnológica de El Salvador.

⁴ Licenciada en Psicología. Catedrática de especialidad Laboral y Educativa de la Escuela de Psicología. Universidad Tecnológica de El Salvador.

⁵ Licenciada en Psicología. Docente Escuela de Psicología de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Resumen

Los trastornos de ansiedad son uno de los trastornos psicológicos más comunes en todo el mundo. Existen varios tipos de trastornos de ansiedad; uno de ellos es el trastorno de ansiedad generalizada, que se caracteriza por la presencia de síntomas ansiosos que persisten durante meses y que se manifiestan en forma de preocupación excesiva en diversos contextos cotidianos, dificultad para controlar las preocupaciones, nerviosismo y dificultad para relajarse y concentrarse. La detección temprana de los síntomas relacionados con la ansiedad generalizada garantizará una intervención precisa y eficaz. Sin embargo, es necesario contar con instrumentos breves para identificar posibles casos y continuar la evaluación psicológica mediante otras herramientas y estrategias. Por lo tanto, el propósito de este artículo es probar las propiedades psicométricas del trastorno de ansiedad generalizada-2 (TAG-2) en una muestra de adultos salvadoreños. Se trata de un estudio instrumental con un diseño transversal. La muestra estuvo compuesta por 400 adultos salvadoreños, 200 hombres y 200 mujeres. La edad media de la muestra fue de 33 años. La técnica de recogida de datos fue la encuesta. Los resultados mostraron que el TAG-2 tiene propiedades psicométricas aceptables de validez de constructo y fiabilidad. En conclusión, el TAG-2 es un instrumento breve de cribado con buenas pruebas psicométricas para su uso en el contexto salvadoreño.

Palabras clave

El Salvador, adulto, salud mental, trastornos mentales en la adultez, edad adulta y estadísticas, psicopatología, test de ansiedad, cribado, psicometría.

Abstract

Anxiety disorders are one of the most common psychological disorders worldwide. There are various types of anxiety disorders, one of them is generalized anxiety disorder, which is characterized by the presence of anxiety symptoms that persist for months, manifesting excessive worry in various everyday contexts, difficulty controlling worries, nervousness, difficulty relaxing and concentrating, among others. Early detection of generalized anxiety-related symptoms will ensure accurate and effective intervention. However, brief instruments are needed to identify possible cases and continue the psychological evaluation through other tools and strategies. Therefore, this article aims to verify the psychometric properties of the General Anxiety Disorder-2 (GAD-2) using a sample of Salvadorean adults. The study was instrumental with a cross-sectional design. The sample was made up of 400 Salvadoran adults distributed among 200 men and 200 women. The overall average age was 33 years. The data collection technique was the survey. The results showed that the GAD-2 has acceptable psychometric properties of construct, validity and reliability. In conclusion, the GAD-2 is a brief screening instrument that has acceptable psychometric evidence to be used in the Salvadoran context.

Keywords

El Salvador, adults, mental health, mental disorders in adults, statistics and adulthood, psychopathology, anxiety tests, screening, psychometry.

Introducción

La ansiedad es un trastorno que las personas pueden experimentar más de una vez en su vida (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023); sin embargo, las

personas con ansiedad pueden manifestar síntomas como preocupación y miedo excesivos e intensos, sentimientos que también pueden ir acompañados

de síntomas cognitivos, conductuales o de rigidez física. Si no se tratan, estos síntomas pueden durar mucho tiempo y generar angustia, interfiriendo en la vida diaria de la persona y afectando a su vida familiar, laboral, escolar o social (OMS, 2023). Se estima que aproximadamente el 4 % de la población mundial padece algún trastorno de ansiedad (OMS, 2023). Entre los determinantes de la ansiedad se encuentran la dependencia de las redes sociales y la tecnología, la sobreexposición a información negativa, el ciberacoso, la pérdida de privacidad, la imagen corporal, los problemas laborales, la migración forzada, la ansiedad ecológica y la preocupación por el futuro (Expósito-Duque et al., 2024). Según Domínguez et al. (2024), aproximadamente el 3,6 % de la población presenta trastorno de ansiedad generalizada (TAG).

Así, para facilitar la evaluación del TAG, el TAG-7 se desarrolló como una escala de 7 ítems (Spitzer et al., 2006), pero posteriormente se acortó a su versión de 2 ítems en el TAG-2 (Ahn et al., 2019; Kroenke et al., 2007; Sapra et al., 2020; Seo y Park, 2015) reduciéndolo a las 2 primeras preguntas del TAG-7 asociadas a las principales complicaciones de la ansiedad generalizada. Este instrumento más abreviado ha revelado propiedades psicométricas adecuadas. Dentro de los contextos en los que se ha probado su validez en 405 adultos peruanos reforzando su uso como instrumento de cribado en la población adulta general de Perú (Baños-Chaparro, 2022), así mismo otro estudio realizado en 1.249 estudiantes peruanos mostró que el trastorno de ansiedad generalizada explicaba el 26 % de las autolesiones no suicidas (Baños-Chaparro, 2023). Sin embargo, en un estudio realizado en México en una muestra representativa obtenida a través de encuestas telefónicas realizadas cada mes mostró que el TAG-2 es ligeramente mejor que el TAG-7 en la identificación de pacientes que no presentan síntomas, explicando que quienes no reportan síntomas con el TAG-2 tampoco lo hacen con el TAG-7, mientras que quienes reportan síntomas con el TAG-2 también lo hacen con el TAG-7 (Gaitán-Rossi et al., 2021). Otra área de aplicación de esta prueba ha sido con 678 enfermeras de Chile, Noruega

y España durante la pandemia en la que se mostró una correlación negativa entre ansiedad y bienestar (Lara-Cabrera et al., 2022). Este instrumento también se ha aplicado en contextos clínicos de atención primaria, demostrando una sensibilidad del 76 % y una especificidad del 81 % (Sapra et al., 2020).

En El Salvador hay pruebas del uso del TAG-2 en estudios empíricos (Lobos-Rivera, Flores-Monterrosa et al., 2023; Lobos-Rivera, Marroquín-Carpio et al., 2023), en los que se verifica la fiabilidad de la prueba. Sin embargo, no se ha efectuado ningún análisis sobre su validez. Por lo tanto, el propósito de este trabajo es comprobar las propiedades psicométricas de la prueba Trastorno de Ansiedad General-2 (TAG-2) en una muestra de El Salvador. La comprobación de las evidencias psicométricas de la escala contribuirá a garantizar el uso de este instrumento en el contexto salvadoreño, tanto para trabajos de investigación como para su utilización en la práctica profesional.

Método

Diseño y muestra

El estudio es de tipo instrumental con diseño transversal (Ato et al., 2013), y el muestreo fue no probabilístico por conveniencia (Hernández González, 2021), en el que participaron un total de 400 adultos salvadoreños. La distribución de la muestra por sexo fue del 50 % de mujeres y del 50 % de hombres. La edad media general fue de 33,10 años (DE = 7,97). La encuesta se utilizó como técnica de recolección de datos.

Instrumento de medida

Trastorno de Ansiedad Generalizada-2 (TAG-2). El TAG-2 es un instrumento de cribado desarrollado por Kroenke et al. (2007) para medir brevemente dos síntomas principales relacionados con el TAG (1. ¿Con qué frecuencia se sentía nervioso, inquieto o al límite?; 2. ¿Con qué frecuencia sentía que no podía dejar de preocuparse o que no podía controlar la preocupación?). El TAG-2 tiene una escala de

respuesta tipo Likert de cuatro opciones (0 = nunca, 1 = varios días, 2 = más de la mitad de los días, 3 = casi todos los días). El punto de corte de la prueba es 3 (Luo et al., 2019; Plummer et al., 2016), lo que indica que, si la persona obtiene una puntuación de tres o más al sumar el número correspondiente a cada opción de respuesta, se debe hacer una evaluación más exhaustiva para determinar si padece un trastorno de ansiedad generalizada o un nivel de ansiedad clínicamente significativo. El TAG-2 tiene propiedades psicométricas adecuadas en Australia (Bisby et al., 2022), China (Luo et al., 2019), Corea (Ahn et al., 2019), Países Bajos (Donker et al., 2011), Letonia (Vrublevska et al., 2022), México (Gaitán Rossi et al., 2021) y Perú (Baños-Chaparro, 2022; Franco-Jiménez y Núñez-Magallanes, 2022). En El Salvador, el GAD-2 ha demostrado tener índices de confiabilidad adecuados (Lobos-Rivera, Flores-Monterrosa et al., 2023; Lobos-Rivera, Marroquín-Carpio et al., 2023), con coeficientes superiores a .80.

Aspectos éticos

Los participantes leyeron y aceptaron un consentimiento informado antes de contestar la prueba, siguiendo las directrices del Código de Ética de la Profesión de Psicología de El Salvador (Junta de Vigilancia de la Profesión de Psicología, 2021). La recolección de datos se realizó durante un período de 30 días.

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se utilizó el programa Jamovi (The jamovi project, 2022). En primer lugar, se llevó a cabo el análisis descriptivo, que arrojó valores de medida central (media), dispersión (desviación típica), así como los valores de asimetría y curtosis. Para los dos últimos estadísticos, las puntuaciones comprendidas entre -1,0 y +1,0 se interpretaron como excelentes, y las puntuaciones entre -2,0 y +2,0 se consideraron adecuadas (George y Mallery, 2016). Junto con el análisis anterior, se utilizó el módulo Seolmatrix (Seol, 2023) para obtener la matriz de correlaciones policóricas (Freiberg Hoffmann et al., 2013; Kline, 2015; Ramos Barberán y Plata Alarcón, 2015) para asociar variables ordinales. Para la validez de constructo, se aplicó el análisis factorial exploratorio (AFE) para verificar la estructura unidimensional de la escala. Finalmente, se obtuvieron los coeficientes de fiabilidad mediante el alfa de Cronbach y el omega de McDonald, con sus respectivos intervalos de confianza del 95 %.

Resultados

Análisis descriptivo y matriz de correlaciones policóricas

La tabla 1 detalla el análisis descriptivo de los ítems del TAG-2. Este análisis confirma que los valores de asimetría y curtosis obtenidos se encuentran dentro del rango esperado (-1,0; +1,0). Además, la correlación policórica determinó que los ítems presentaban una alta asociación sin multicolinealidad (intercorrelación superior a .90).

Tabla 1. Estadística descriptiva de los ítems del TAG-2

Ítems	M	SD	Asim.	Curt.	Matriz de correlación policórica	
1. Sentirse nervioso, ansioso o con los nervios de punta.	1.96	0.95	0.76	-0.25	1	
2. No poder dejar de preocuparse o controlar la preocupación.	1.90	0.88	0.79	-0.08	0.678	1

Nota: M = media, DE = desviación típica, Asim = asimetría, Curt = curtosis.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recogidos.

Validez de constructo y fiabilidad

La validez de constructo se evaluó mediante el análisis factorial exploratorio (AFE). Dicho análisis indicó que el modelo unidimensional del TAG-2 presentó índices aceptables para explicar el modelo de la prueba ($KMO = .50$; prueba de Bartlett = $X^2 = 291.03$, $p < .001$), especialmente en la prueba de Bartlett, que mostró una asociación significativa entre los ítems. La estructura unidimensional explica el 86,03 % de la varianza. Las

cargas factoriales y las comunalidades son superiores a .80. Además, los coeficientes de fiabilidad obtenidos mediante el alfa de Cronbach y el omega de McDonald fueron superiores a .80. Para corroborar la estructura factorial de la prueba, así como las cargas factoriales, las comunalidades y los coeficientes de fiabilidad con sus intervalos de confianza al 95 %, véase la tabla 2.

Tabla 2. Análisis factorial exploratorio y fiabilidad del TAG-2

Indicadores	Carga factorial	Comunalidad
1. Sentirse nervioso, ansioso o con los nervios de punta.	.93	.86
2. No poder dejar de preocuparse o controlar la preocupación.	.93	.86
Alfa de Cronbach [95 % IC]		.84 [.80, .87]
Omega de McDonald [95 % IC]		.84 [.79, .87]

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados.

Discusión

La ansiedad es una de las psicopatologías más prevalentes en la sociedad salvadoreña. Así lo confirma la literatura científica disponible (Instituto Nacional de Salud, 2023; Lobos-Rivera, Chacón-Andrade et al., 2023; Mena et al., 2021; Orellana y Orellana, 2020), aunque no abordan la ansiedad generalizada. Es de suma importancia contar con instrumentos breves para detectar posibles casos relacionados con la ansiedad generalizada con fines de investigación y práctica clínica en psicología. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue comprobar si el TAG-2 es un instrumento

con evidencias aceptables de validez y fiabilidad para su uso en el contexto salvadoreño. A pesar de lo anterior, la prueba de Bartlett fue significativa, la varianza fue superior a la esperada y tanto las saturaciones factoriales como las comunalidades fueron aceptables. En definitiva, la confiabilidad fue superior a .80, lo que indica un alto nivel de consistencia interna (Kalkbrenner, 2021; Viladrich et al., 2017). Esto indica que cuenta con suficiente evidencia de fiabilidad en el contexto salvadoreño.

Conclusión

En conclusión, el GAD-2 cuenta con evidencia psicométrica de validez de constructo y consistencia interna para ser utilizado como instrumento de cribado para detectar posibles casos de riesgo de ansiedad generalizada en el contexto salvadoreño. No debe olvidarse que la prueba no es diagnóstica, ya que para ello se requiere una evaluación psicológica más profunda, pero permitirá identificar a personas con posibles síntomas de ansiedad. Como recomendaciones para futuros trabajos, se sugiere efectuar análisis psicométricos en muestras clínicas para fortalecer el uso del TAG-2. Asimismo, se deberían implementar otras evidencias de validez, por ejemplo, basadas en el criterio o relacionadas con otras variables, así como validez predictiva y diagnóstica.

El análisis descriptivo, a través de la matriz de correlaciones policóricas, comprobó que los ítems del TAG-2 se asociaron de forma positiva y alta (Kline, 2015), lo que indica que las personas que se sienten ansiosas o al límite tendrán dificultades para preocuparse o controlar la preocupación. Lo anterior permite identificar que ambos ítems miden el mismo constructo.

Referencias

- Ahn, J., Kim, Y., & Choi, K. (2019). *The Psychometric Properties and Clinical Utility of the Korean Version of GAD-7 and GAD-2*. *Frontiers In Psychiatry*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00127>
- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). *Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología*. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 29(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Baños-Chaparro, J. (2022). *Análisis psicométrico del generalized anxiety disorder-2 en adultos peruanos*. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 34(1), 30-36. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol34n1.581>
- Baños Chaparro, J. (2023). *Modelo explicativo de ansiedad generalizada y bullying como predictores de autolesiones no suicidas en adolescentes peruanos*. *MediSur*, 21(3), 624-632. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000300624&lng=es&tlng=es
- Bisby, M. A., Karin, E., Scott, A. J., Dudeney, J., Fisher, A., Gandy, M., Hathway, T., Heriseanu, A. I., Staples, L., Titov, N., & Dear, B. F. (2022). *Examining the psychometric properties of brief screening measures of depression and anxiety in chronic pain: The Patient Health Questionnaire 2-item and Generalized Anxiety Disorder 2-item*. *Pain Practice*, 22(4), 478-486. <https://doi.org/10.1111/papr.13107>
- Domínguez, J. A. D., Duque, V. E., & Tejera, E. T. (2024). *Epidemiología de la ansiedad y su contexto en atención primaria*. *Atención Primaria Práctica*, 6(2), 100194. <https://doi.org/10.1016/j.appr.2024.100194>
- Donker, T., van Straten, A., Marks, I., & Cuijpers, P. (2011). *Quick and easy self-rating of Generalized Anxiety Disorder: validity of the Dutch web-based GAD-7, GAD-2 and GAD-SI*. *Psychiatry research*, 188(1), 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2011.01.016>
- Expósito-Duque, V., Torres-Tejera, M. E., & Domínguez, J. A. D. (2024). *Determinantes sociales de la ansiedad en el siglo XXI*. *Atención Primaria Práctica*, 6(2), 100192. <https://doi.org/10.1016/j.appr.2024.100192>
- Franco-Jiménez, R. A., & Núñez-Magallanes, A. (2022). *Propiedades psicométricas del GAD-7, GAD-2 y GAD - Mini en universitarios peruanos*. *Propósitos y representaciones*, 10(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8460557>
- Freiberg Hoffmann, A., Stover, J. B., de la Iglesia, G., & Fernández Liporace, M. (2013). *Correlaciones policóricas y tetracóricas en estudios factoriales exploratorios y confirmatorios*. *Ciencias Psicológicas*, 7(2), 151-164. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/cp/v7n2/v7n2a05.pdf>
- Gaitán-Rossi, P., Pérez-Hernández, V., Vilar-Compte, M., & Teruel-Belismelis, G. (2021). *Prevalencia mensual de trastorno de ansiedad generalizada durante la pandemia por Covid-19 en México*. *Salud Pública de México*, 63(4), 478-485. <https://doi.org/10.21149/12257>

- George, D., & Mallery, M. (2016). *IBM SPSS Statistics 23 Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Routledge, Taylor & Francis.
- Hernández González, O. (2021). *Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen*. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), e1442. <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v37n3/1561-3038-mgi-37-03-e1442.pdf>
- Instituto Nacional de Salud. (2023). *Encuesta Nacional de Salud Mental (ENSM), El Salvador 2022, resultados principales*. <https://fosalud.gob.sv/download/primera-encuesta-nacional-de-salud-mental/>
- Junta de Vigilancia de la Profesión en Psicología. (2021). *Código de ética de la profesión en psicología*. CSSP. <https://cssp.gob.sv/wp-content/uploads/2017/05/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-ACTUALIZADO.pdf>
- Kalkbrenner, M. T. (2021). *Alpha, Omega, and H Internal Consistency Reliability Estimates: Reviewing These Options and When to Use Them*. *Counseling Outcome Research and Evaluation*, 14(1), 77–88. <https://doi.org/10.1080/21501378.2021.1940118>
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling. Methodology in the social sciences* (4th ed.). The Guilford Press.
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., Williams, J. B., Monahan, P. O., & Löwe, B. (2007). *Anxiety disorders in primary care: prevalence, impairment, comorbidity, and detection*. *Annals of Internal Medicine*, 146(5), 317-325. <https://www.acpjournals.org/doi/abs/10.7326/0003-4819-146-5-200703060-00004>
- Lara-Cabrera, M., Betancort, M., Muñoz-Rubilar, A., Rodríguez-Novo, N., Bjerkeset, O., & De las Cuevas, C. (2022). *Psychometric Properties of the WHO-5 Well-Being Index among Nurses during the COVID-19 Pandemic: A Cross-Sectional Study in Three Countries*. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 19(16), 10106. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610106>
- Lobos-Rivera, M. E., Chacón-Andrade, E. R., Gómez-Gómez, N., & Calito-Palacios, R. A. (2023). *Síntomas de depresión, ansiedad y estrés en una muestra de estudiantes universitarios de nuevo ingreso*. *Veritas & Research*, 5(1), 28-37.
- Lobos-Rivera, M. E., Flores-Monterrosa, A. N., Tejada-Rodríguez, J. C., Chacón-Andrade, E. R., Caycho-Rodríguez, T., Lee, S. A., Valencia, P. D., Carbajal-León, C., Vilca, L. W., Reyes-Bossio, M., y Gallegos, M. (2023). *Pandemic grief in El Salvador: factors that predict dysfunctional grief due to a COVID-19 death among Salvadoran adults*. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 36, 9. <https://doi.org/10.1186/s41155-023-00250-6>
- Lobos-Rivera, M. E., Marroquín-Carpio, W. C., Caycho-Rodríguez, T., Lee, S. A., Tejada Rodríguez, J. C., Flores-Monterrosa, A. N., Valencia, P. D., Carbajal-León, C., Vilca, L. W., Torales, J., & Reyes-Bossio, M. (2023). *Does the Coronavirus Anxiety Scale Measure Coronaphobia the Same Way for Mourners With and Without Dysfunctional Grief? Illness, Crisis & Loss*, 32(4), 586-602. <https://doi.org/10.1177/10541373231174557>
- Luo, Z., Li, Y., Hou, Y., Zhang, H., Liu, X., Qian, X., ... & Wang, C. (2019). *Adaptation of the two-item generalized anxiety disorder scale (GAD-2) to Chinese rural population: a validation study and meta-analysis*. *General Hospital psychiatry*, 60, 50-56. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0163834319300696>
- Mena, F. J., De Paz, V., Avilés, M., & Orantes, L. (2021). *Educabilidad y salud mental de universitarios salvadoreños durante la pandemia por Covid-19*. *Ciencia Y Educación*, 5(3), 19-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8358099>
- Méndez Martínez, C., & Rondón Sepúlveda, M. A. (2012). *Introducción al análisis factorial exploratorio*. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 41(1), 197-207. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80624093014.pdf>
- Orellana, C. I., y Orellana, L. M. (2020). *Predictores de síntomas emocionales durante la cuarentena domiciliar por pandemia de COVID-19 en El Salvador*. *Actualidades en Psicología*, 34(128), 103-120. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1383474>

- Organización Mundial de la Salud: OMS. (2023). *Trastornos de ansiedad*. <https://acortar.link/22WHmK>
- Plummer, F., Manea, L., Trepel, D., y McMillan, D. (2016). *Screening for anxiety disorders with the GAD-7 and GAD-2: a systematic review and diagnostic metaanalysis*. *General Hospital Psychiatry*, 39, 24-31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0163834315002406>
- Ramos Barberán, M., & Plata Alarcón, W. (2015). *Correlación policórica en el análisis de factores con variables ordinales*. *Matemática*, 13(1), 37-42. <http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/matematica/article/view/487>
- Sapra, A., Bhandari, P., Sharma, S., Chanpura, T., & Lopp, L. (2020). *Using Generalized Anxiety Disorder-2 (GAD-2) and GAD-7 in a Primary Care Setting*. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.8224>
- Seo, J., and Park, S. (2015). *Validation of the Generalized Anxiety Disorder-7 (GAD-7) and GAD-2 in patients with migraine*. *The Journal of Headache and Pain*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s10194-015-0583-8>
- Seol, H. (2023). *seolmatrix: Correlations suite for jamovi*. (Version 3.7.1) [jamovi module]. <https://github.com/hyunsooseol/seolmatrix>.
- Spitzer, R. L., Kroenke, K., Williams, J. B. W., & Löwe, B. (2006). *A Brief Measure for Assessing Generalized Anxiety Disorder*. *Archives Of Internal Medicine*, 166(10), 1092. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.10.1092>
- The jamovi project. (2022). *jamovi*. (Versión 2.3) [Computer Software]. <https://www.jamovi.org>
- Viladrich, C., Angulo-Brunet, A., & Doval, E. (2017). *Un viaje alrededor de alfa y omega para estimar la fiabilidad de consistencia interna*. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 33(3), 755-782. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.33.3.268401>
- Vrublevska, J., Renemane, L., Kivite-Urtane, A., & Rancans, E. (2022). *Validation of the generalized anxiety disorder scales (GAD-7 and GAD-2) in primary care settings in Latvia*. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 972628. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.972628>

Artículo científico

Estación móvil para la detección de dióxido de carbono en suelo volcánico

Mobile Station for the Detection of Carbon Dioxide in Volcanic Soil



DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i78.19715>

URI: <http://hdl.handle.net/11298/1382>

David Adriel Solís Marroquín

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Universidad de El Salvador

sm18043@ues.edu.sv

orcid.org/0009-0007-9726-932X

Jefry Orlando Comayagua Martínez

Universidad de El Salvador

Escuela de Ingeniería Eléctrica

cm15031@ues.edu.sv

orcid.org/0009-0003-6156-6112

Omar Otoniel Flores Cortez

Universidad Tecnológica de El Salvador

Investigador

omar.flores@utec.edu.sv

orcid.org/0000-0003-1754-4090

Carlos Osmín Pocasangre Jiménez

Universidad de El Salvador

Investigador

carlos.pocasangre@ues.edu.sv

orcid.org/0000-0002-7463-9873

Fernando Arévalo

Ruhr-Universität Bochum, Alemania

Investigador

Fernando.ArevaloNavas@ruhr-uni-bochum.de

orcid.org/0000-0001-8664-2626

Benancio Henríquez Miranda

Universidad de El Salvador

Departamento de Física

benancio.henriquez@ues.edu.sv

orcid.org/0009-0006-1065-3429

Recibido: 23 de abril de 2024

Aprobado: 24 de agosto de 2024

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de una estación móvil de monitorización del dióxido de carbono (CO₂) basada en el sensor LI-830, disponible en la Escuela de Física de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador. Mediante la integración de tecnologías actuales de bajo coste, se mejoró la eficiencia y utilidad del sensor LI-830. En concreto, se implementó la transmisión de datos mediante tecnología GPRS, lo que permitió la transferencia instantánea de datos a una base de datos en línea. Esta integración simplificó la gestión de los datos y facilitó análisis detallados a los investigadores. Además, se desarrolló una herramienta en línea que representa gráficamente los resultados, lo que mejora la interpretabilidad de la información recogida. Este trabajo contribuye significativamente a reforzar la eficacia de la estación móvil para la monitorización del CO₂ en laderas volcánicas.

Palabras clave

Santa Ana (El Salvador), volcanes, investigaciones, dióxido de carbono, química atmosférica, estado atmosférico, efecto de las erupciones volcánicas, innovaciones tecnológicas.

Abstract

This article presents the development of a mobile carbon dioxide (CO₂) monitoring station based on the LI-830 sensor, available at the School of Physics of the Multidisciplinary Faculty at Universidad de El Salvador. The efficiency and usefulness of the LI-830 sensor were enhanced through the integration of current low-cost technologies. In particular, the data transmission was implemented using GPRS technology, allowing for immediate transfer of data to an online database. This integration simplified data management and facilitated a detailed analysis for researchers. Additionally, an online visual dashboard was developed to graphically represent the results, thus improving the interpretation capacity of the collected information. This work significantly strengthens the effectiveness of the mobile station for CO₂ monitoring on volcanic slopes.

Keywords

Santa Ana (El Salvador), volcanoes, research, carbon dioxide, atmospheric chemistry, atmospheric state, volcanic eruption effects, technological innovations.

Introducción

La necesidad de comprender mejor las fuentes y patrones de las emisiones de CO₂ ha impulsado la investigación para el desarrollo de tecnologías de monitorización más eficientes y flexibles. El departamento de ciencias físicas de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador cuenta con el sensor LI-830 (LI-COR, 2024) en su dotación de equipos. Se trata de un elemento de alto coste y excelente rendimiento en términos de precisión y fiabilidad a la hora de tomar lecturas de gas CO₂ en suelo. Sin embargo, no está equipado con una pantalla de visualización ni con transmisión de datos de su funcionamiento.

En trabajos anteriores se realizó un primer intento de modernizar las capacidades de comunicación de este sensor. En su primera versión, se diseñó una estación electrónica adaptable a la salida del sensor LI-830 que permitía visualizar la información de las lecturas a través de una aplicación para dispositivos Android. Un módulo Bluetooth conectaba al microcontrolador que, entre otras variables, estimaba el flujo de dióxido de carbono en un punto específico a través de regresión lineal aplicada a la variación de la concentración de CO₂ presentada con respecto al tiempo (Pocasangre et al., 2023).

En este sentido, el presente trabajo de investigación se centra en el diseño e implementación de mejoras en la estación móvil de monitorización de CO₂ utilizada en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador, ya que su primera versión se presentó como una herramienta innovadora que buscaba superar las limitaciones de las estaciones fijas convencionales.

El objetivo de las mejoras es aumentar la eficiencia y accesibilidad en la recolección de datos. La nueva estación móvil desarrollada incorpora un sistema de transmisión a través de red celular que utiliza el protocolo GPRS (General Packet Radio Service) para canalizar la información directamente a una base de datos en línea en el servicio Google Sheets, que posteriormente se despliega en un sitio web. Esto permite respaldar los datos obtenidos en diversas localidades con mayor amplitud y flexibilidad. Este enfoque móvil no solo facilita la identificación de fuentes de emisión específicas, sino que también brinda la oportunidad de cartografiar los patrones de concentración de CO₂ en distintas zonas geográficas.

Esta integración tecnológica no solo simplifica la gestión de los datos, sino que también permite una mejor monitorización y una colaboración más eficaz entre investigadores y responsables de la toma de decisiones.

La estación móvil de monitorización realiza la lectura de la concentración de CO₂ en un punto concreto mediante el sensor. La cámara de acumulación se coloca en el suelo y la estación móvil, que está contenida en una maleta, consta del sensor LICOR LI-830, que se encarga de la lectura de la concentración de CO₂. Véase la figura 1.

El sensor utiliza una fuente de luz infrarroja que se emite a través de una cámara de referencia y una cámara de medición. La cámara de referencia contiene aire limpio sin CO₂, mientras que la cámara de medición contiene la muestra de gas que se está

analizando. La luz infrarroja se transmite a través de ambas cámaras y se detecta en el otro extremo mediante un detector de luz. La cantidad de luz detectada en la cámara de referencia se compara con la cantidad de luz detectada en la cámara de medición, y la diferencia en la cantidad de luz absorbida por el CO₂ en la muestra de gas se utiliza para determinar la concentración de CO₂ en el aire (Yimmy Yang et al., 2024; Pérez-Zárate et al., 2024). Esta integración tecnológica no solo simplifica la gestión de los datos, sino que también permite una mejor monitorización y una colaboración más eficaz entre investigadores y responsables de la toma de decisiones.

La estación móvil de monitorización realiza la lectura de la concentración de CO₂ en un punto concreto mediante el sensor. La cámara de acumulación se coloca en el suelo y la estación móvil, que está contenida en una maleta, consta del sensor LICOR LI-830, que se encarga de la lectura de la concentración de CO₂. Véase la figura 1.

El sensor utiliza una fuente de luz infrarroja que se emite a través de una cámara de referencia y una cámara de medición. La cámara de referencia contiene aire limpio sin CO₂, mientras que la cámara de medición contiene la muestra de gas que se está analizando. La luz infrarroja se transmite a través de ambas cámaras y se detecta en el otro extremo mediante un detector de luz. La cantidad de luz detectada en la cámara de referencia se compara con la cantidad de luz detectada en la cámara de medición, y la diferencia en la cantidad de luz absorbida por el CO₂ en la muestra de gas se utiliza para determinar la concentración de CO₂ en el aire (Yimmy Yang et al., 2024; Pérez-Zárate et al., 2024). La figura 1 muestra el sistema de sensores para la lectura de la concentración de CO₂. Se puede observar que hay dos mangueras conectadas a la cámara: una de ellas succiona el gas gracias a una bomba de succión y lo lleva al sensor electroóptico LI-830, donde se pueden leer los resultados a través del puerto serial disponible en el mismo sensor.

Figura 1. Carcasa del sensor y cámara de acumulación de CO₂ en suelos



Nota. La caja que contiene el elemento sensor y la bomba de circulación se muestra junto a la campana de acumulación donde se recoge el gas CO₂ que se va a medir. Fuente: Beijing Laikoo Biotechnology (2024). Desarrollado por Beijing Laikoo Biotechnology (2024).

Desarrollo del hardware del sistema

El rediseño del hardware implica cambios significativos, como la sustitución del microcontrolador, la adición del módulo transceptor de red celular y de un módulo timestamp, así como la sustitución del módulo convertidor DC-DC, anteriormente un LM2596, por un módulo convertidor DC-DC con tecnología QC3. A continuación se presenta un resumen de las características técnicas de los principales componentes del sistema propuesto.

Sensor de temperatura y humedad DHT22:

Se trata de un sensor de temperatura y humedad relativa de alta precisión. El DHT22 se comunica a través de un único cable de datos utilizando el protocolo de comunicación de bus único, lo que facilita su uso con microcontroladores y dispositivos electrónicos. El sensor DHT22 tiene una resolución de desarrollo del hardware del sistema 0,1 °C para la medición de la temperatura y del 0,1 % para la medición de la humedad relativa. La medición se

realiza en la estación cada 10 segundos, dando prioridad a la información obtenida de la medición del LI-COR 830 (Salazar, 2023).

Módulo GPS Neo 6M:

Se trata de un módulo GPS que utiliza el sistema de navegación para proporcionar información de posición precisa y fiable. Utiliza una antena cerámica para recibir señales GPS y puede recibir señales de hasta 22 satélites simultáneamente. Tiene un bajo consumo de energía, lo que lo hace adecuado para proyectos de bajo consumo, y funciona con una tensión de alimentación de 3,3 V o 5 V (Milner, 2016).

Módulo conversor Max232:

La conexión entre el microcontrolador y el sensor LI-830 no puede realizarse directamente porque el protocolo RS232 utiliza variaciones de tensión que van de -13 V a 13 V, mientras que el microcontrolador

funciona a un nivel de tensión TTL de 3,3 V/5 V. Para resolver este problema, se utiliza un conversor de nivel lógico MAX232 que convierte las señales de transmisión serie RS232 a niveles TTL y viceversa. El MAX232 es un circuito integrado que genera tensiones positivas y negativas a partir de una única fuente de alimentación (Viswanatha et al., 2022).

Relé de 5 V y 1 canal

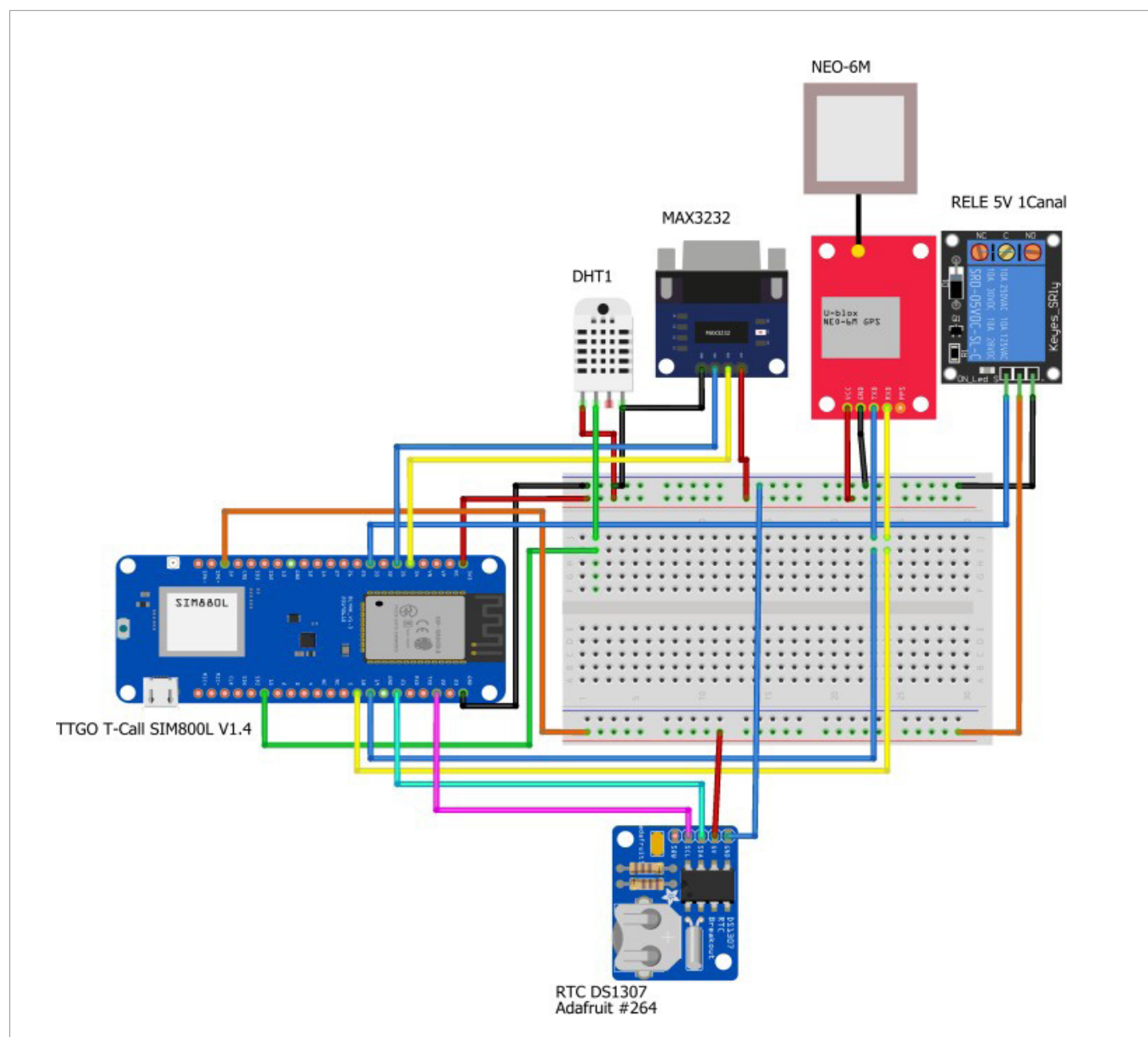
El relé de 5 V y 1 canal es un dispositivo electromecánico que se utiliza para controlar el encendido y apagado de cargas eléctricas mediante una señal de entrada digital. Controla la bomba del equipo de medida mediante una señal enviada desde la aplicación Android desarrollada. Su función es controlar la eficiencia energética del equipo, ya que la bomba consume mucha energía al encenderse.

Microcontrolador SIM800L

Se trata de un dispositivo de desarrollo compacto y versátil que combina funcionalidades de comunicación

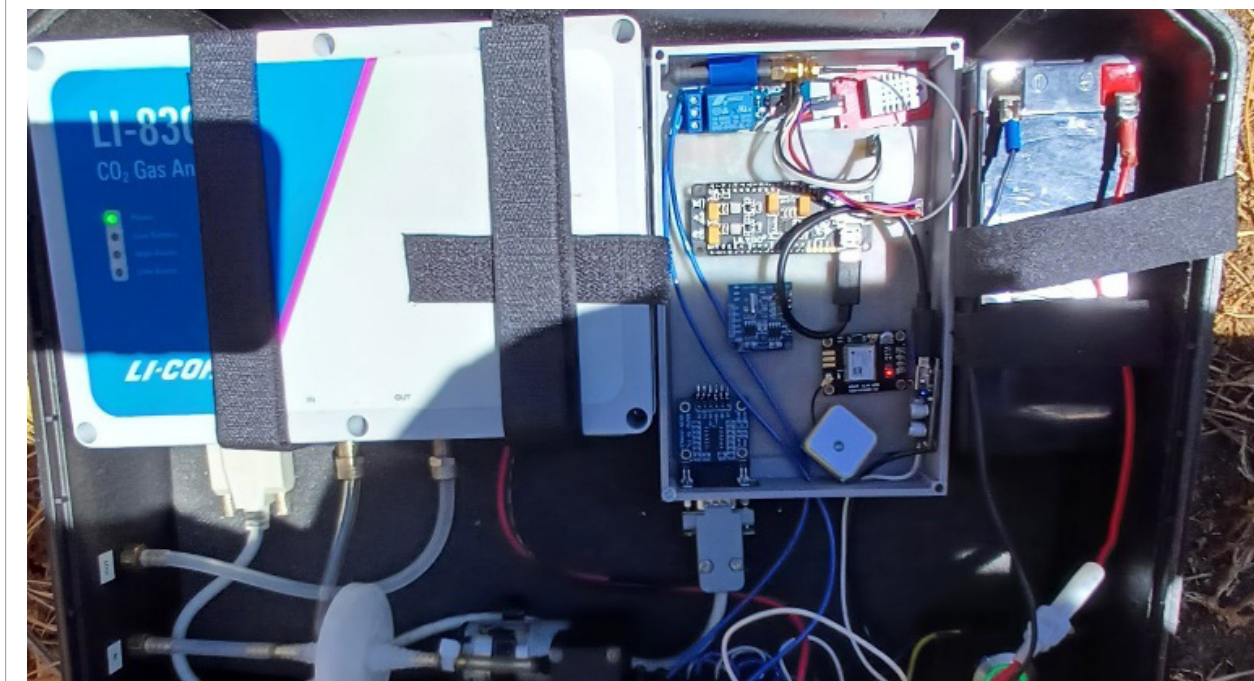
y conectividad. Esta placa está equipada con un módulo SIM800L, que permite la comunicación GSM/GPRS, facilitando la transmisión de datos a través de redes móviles. Integra un microcontrolador ESP32 que proporciona capacidad de procesamiento y conectividad wifi y Bluetooth (Atif et al., 2020). Esta combinación de tecnologías hace que la placa sea adecuada para aplicaciones de internet de las cosas (IoT). La placa TTGO T-CALL SIM800L TTGO también cuenta con una ranura para tarjeta SIM, un conector de antena GSM y varios pines de entrada/salida, lo que la hace adaptable a diferentes aplicaciones. Esta placa es una herramienta útil para proyectos que requieran comunicación a través de redes móviles y que busquen integrar capacidades de Internet de las Cosas en un formato compacto y fácil de usar (Huanca Chávez y Choque Choque, 2022). La figura 2 muestra el diagrama esquemático de conexiones diseñado para la estación electrónica del sistema propuesto, mientras que la figura 3 muestra su implementación física.

Figura 2. Diagrama esquemático para la estación electrónica



Nota. La imagen muestra el esquema de conexión de los componentes de la estación electrónica del sistema propuesto. Fuente: elaboración propia.

Figura 3: Estación electrónica implementada



Nota. La imagen muestra la implementación de la estación electrónica junto con el sensor LI-830.

Fuente: diseño propio.

Desarrollo del software del sistema

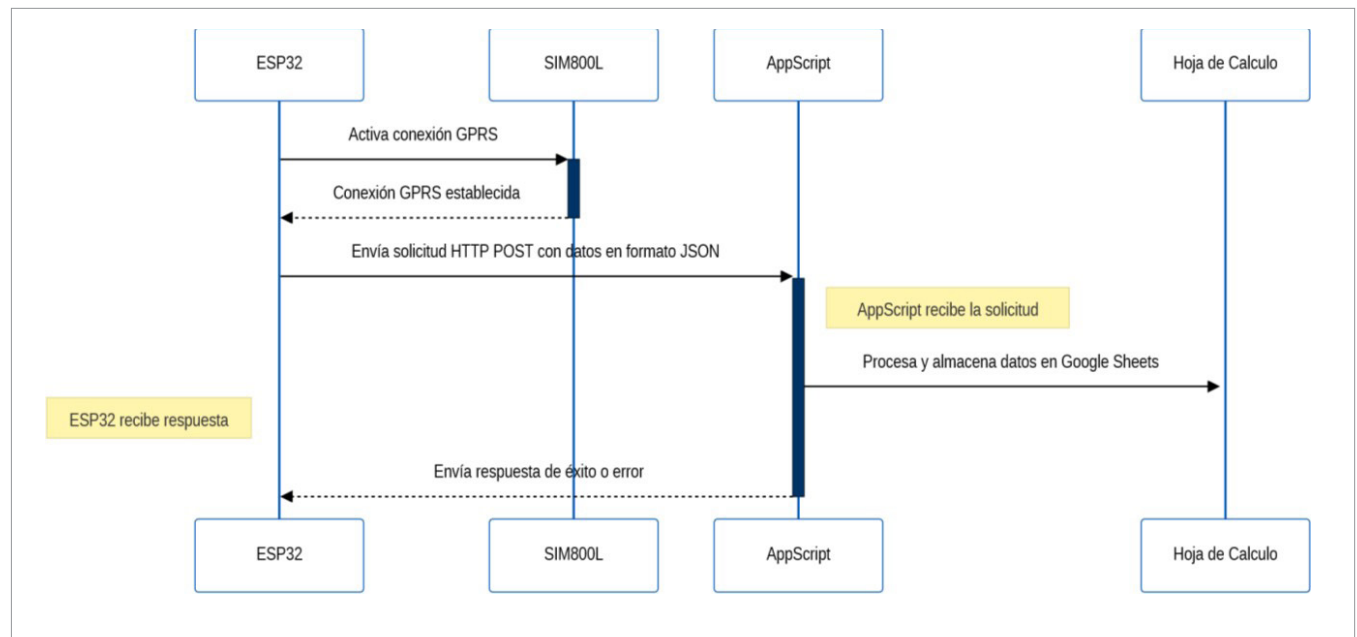
Software para la estación electrónica

El programa de control dentro de la Unidad Central de Procesamiento (CPU) del microcontrolador ESP32 de la estación electrónica se divide en tres funciones principales: la comunicación Bluetooth, la lectura de los sensores y el almacenamiento temporal de los datos que se enviarán a Google Sheets.

La función encargada de leer la concentración de CO₂ está condicionada a la comunicación en serie con el módulo MAX232, encargado de recibir los datos del LI-COR 830. Dado que la frecuencia de recepción es de un segundo, se realiza una validación para evitar almacenar valores inferiores a 200 ppm, considerados como errores en la comunicación serie. La función registra la hora actual, la guarda y genera una cadena o trama de datos principal con variables globales. La concentración de CO₂ se actualiza cada segundo. En cuanto a la geolocalización, los datos

se actualizan cada 10 segundos y es posible detener la actualización cuando se está realizando una medición en un punto. La CPU en su totalidad es controlada por la aplicación Android de la misma forma para las nuevas funcionalidades o tareas. En cuanto al almacenamiento, el programa recibe una orden por Bluetooth en el momento de encender la bomba o activar el relé. El programa inicia un guardado temporal de datos en la memoria RAM del microcontrolador mediante una estructura declarada en el programa que almacena cada fotograma y, adicionalmente, la hora en la que se capturaron. El guardado se detiene cuando la bomba de sección se desenergiza y se establece un paquete de datos listo para ser enviado a una hoja de cálculo de Google Sheets. En cuanto al envío de datos vía GPRS, primero se busca formatear el paquete guardado en una estructura JSON y, a continuación, se realiza una petición HTTP POST a Google App Script, que está asociada a una hoja de cálculo de Google Sheets y está diseñada para procesar y manejar los datos recibidos. Para ello, itera sobre la matriz JSON y extrae cada valor formateando una nueva fila que se añade a la hoja de cálculo.

Figura 4. Diagrama de secuencia de funcionamiento del software para estación electrónica



Nota. Diagrama que especifica la secuencia de funciones que debe realizar el programa de control para la CPU de la estación electrónica. Fuente: diseño propio.

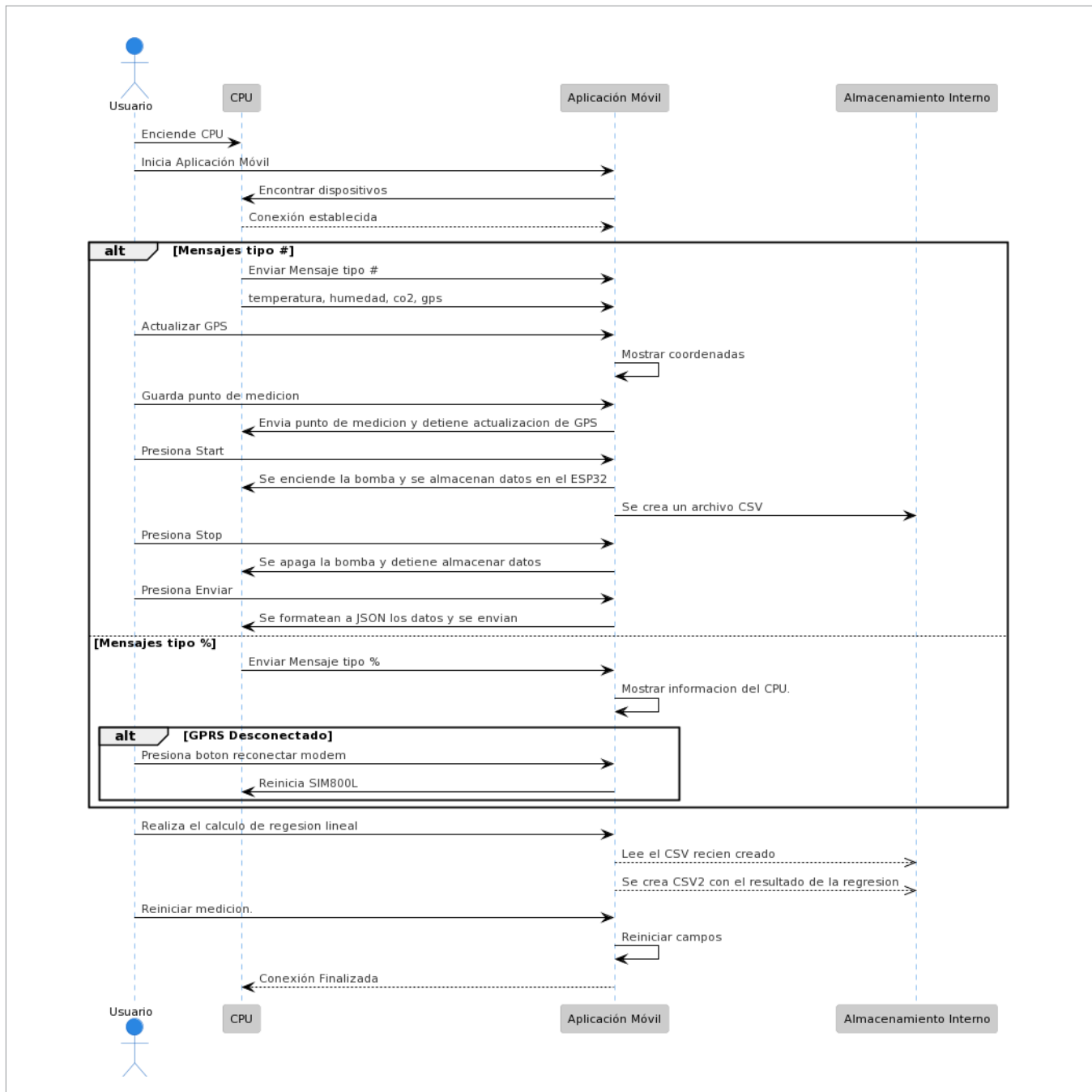
Software de aplicación para Android

Esta versión introduce mejoras sustanciales en la interfaz de usuario, la gestión de permisos y la eficiencia en la comunicación Bluetooth, y destaca la importancia de adaptarse a las actualizaciones de seguridad y funcionalidad de los modernos sistemas operativos frente a la evolución de Android (Orellana, 2021). Ahora se advierte proactivamente al usuario sobre el uso de permisos, solucionando el error *SecurityException* que cerraba la aplicación.

La comunicación Bluetooth se ha perfeccionado de tal forma que ahora solo hay una transferencia constante en toda la interfaz; es decir, solo algunos componentes dejan de actualizarse cuando se pausa la generación de la gráfica CO_2 vs. tiempo, como el *TextView* que muestra la información del GPS cuando se pausa dicha generación. Este gráfico se genera redibujándose cada vez que se actualiza la matriz que contiene los

datos de CO_2 recibidos, dando la impresión de ser un gráfico dinámico. En cuanto a la adición de botones, se incluye el botón *Enviar*, que envía un comando a través de Bluetooth a la CPU para indicarle que formatee los datos en una estructura JSON y realice la solicitud HTTP POST al servicio AppScript (Google Workspace, 2023). Además, se añade un botón *Reiniciar*, que reinicia la GUI de la aplicación para realizar una nueva medición. La actualización muestra un panel de información de la CPU que indica si hay conexión GPRS, si el GPS está activo y el estado de guardado y envío de datos. En el guardado de datos en la memoria interna del teléfono, estos se guardan según el número de mediciones y no según el número de puntos como antes, y se reestructura el archivo CSV para que tenga la misma organización que los datos guardados en la hoja de cálculo. El siguiente diagrama de secuencia de la figura 5 muestra la interacción del usuario con la aplicación y la CPU.

Figura 5. Diagrama de secuencia para la aplicación de control Android



Nota. Se muestra el diagrama de secuencia de funciones que hay que considerar en el diseño de la aplicación de control que se va a ejecutar en un dispositivo móvil. Fuente: elaboración propia.

Aplicación web

Se desarrolló una plataforma en Python para presentar los resultados de las mediciones. Permite visualizar datos históricos de forma interactiva y realizar regresiones lineales para obtener perfiles de flujo de CO₂ en la línea de medida. Para obtener los datos de una hoja de cálculo en Python, es necesario establecer una conexión con la API de Google Sheets, que permite leer y escribir en ella. Para el proyecto de Python, es necesario crear una cuenta de servicio (Google Cloud, 2024) y sus credenciales para la autenticación, la seguridad y el cumplimiento de las políticas de Google. Se utiliza la librería Dash by Plotly para analizar los datos y crear el panel de control disponible en la aplicación web interactiva que muestra visualizaciones de datos en tiempo real (Burch y Schmid, 2024).

Para la visualización y la apariencia, se trabaja con el *app layout*, que es la estructura y el diseño de una aplicación web que actúa como el esqueleto sobre el que se construye la presentación visual y la interactividad. En una aplicación Dash, el diseño se define como un árbol de componentes que incluye elementos HTML y específicos de Dash, como gráficos y menús desplegables. Se pueden aplicar estilos CSS para personalizar la apariencia de los componentes, ya sea directamente en cada uno de ellos o mediante hojas de estilo externas. Además, los componentes del diseño pueden actualizarse dinámicamente mediante *callbacks*, lo que permite la interactividad de la aplicación, por ejemplo, la actualización de un gráfico en respuesta a la selección del usuario en un menú desplegable.

A continuación, se explica la secuencia que se lleva a cabo para el despliegue del cuadro de mandos.

El diagrama de secuencia ilustra el flujo de interacción entre el usuario, la aplicación Dash, la API de Google Sheets, las operaciones DataFrame, la visualización y el modelo de regresión lineal (DataScientest, 2023).

1. Acceso del usuario a la aplicación Dash: el proceso comienza cuando el usuario accede a ella. Este es el punto de entrada para interactuar con la aplicación, que muestra los datos y permite hacer análisis.

2. Solicitud de datos a la API de Google Sheets: La aplicación Dash solicita datos a la API de Google Sheets. Este paso es crucial para obtener los datos necesarios para procesarlos y visualizarlos en la aplicación.

3. Suministro de datos por parte de la API de Google Sheets a las operaciones DataFrame: la API de Google Sheets proporciona los datos solicitados a DataFrame Operations. Aquí, los datos en bruto se reciben y están listos para ser procesados.

4. Procesamiento de datos: Las operaciones DataFrame procesan los datos. Este paso puede incluir la limpieza, el filtrado, la transformación y la preparación de los datos para su análisis y visualización.

5. Envío de los datos procesados al componente de visualización: una vez procesados, los datos se envían a dicho componente. Este componente se encarga de crear gráficos y visualizaciones basados en dichos datos.

6. Visualización de gráficos en la aplicación Dash: la aplicación Dash recibe los gráficos del componente de visualización y los muestra al usuario. Este es el primer punto donde el usuario puede interactuar visualmente con los datos.

7. Selección de filtros por parte del usuario: el usuario selecciona los filtros a través de la interfaz de la aplicación Dash. Estos filtros pueden ser por fecha, punto de datos u otros criterios relevantes para el análisis.

8. Aplicación de filtros a los datos: La aplicación Dash aplica estos filtros mediante operaciones DataFrame. A continuación, los datos se actualizan para reflejar únicamente la información filtrada.

9. Actualización de gráficos con datos filtrados: los datos filtrados se envían de vuelta al componente

de visualización para actualizar los gráficos. De este modo, el usuario puede ver solo los datos relevantes según los filtros aplicados.

10. Visualización de la aplicación actualizada al usuario: la aplicación Dash muestra los gráficos actualizados al usuario, proporcionando una visión interactiva y personalizada de los datos.

11. Solicitud de análisis de regresión lineal por parte del usuario: el usuario solicita un análisis de regresión lineal sobre los datos filtrados. Este paso inicia el proceso de modelado para comprender las relaciones entre las variables.

12. Envío de datos filtrados para la regresión: la aplicación Dash envía los datos filtrados al modelo de regresión lineal para su análisis.

13. Realización del análisis de regresión lineal: el modelo de regresión lineal analiza los datos proporcionados, calcula la relación entre las variables y genera resultados como la pendiente de la regresión.

14. Envío de los resultados de la regresión a la API de Google Sheets: Los resultados del análisis de regresión, como la pendiente, se envían a la API de Google Sheets para su almacenamiento. Esto permite que los resultados del análisis sean persistentes.

15. Notificación de actualización de datos y solicitud de nuevos datos para el gráfico: una vez almacenados los resultados, la aplicación Dash recibe una notificación y solicita los datos actualizados para

generar un nuevo gráfico que incluya los resultados de la regresión.

16. Suministro de datos actualizados por la API de Google Sheets: La API de Google Sheets proporciona los datos actualizados, incluidos los resultados de la regresión, a las operaciones DataFrame.

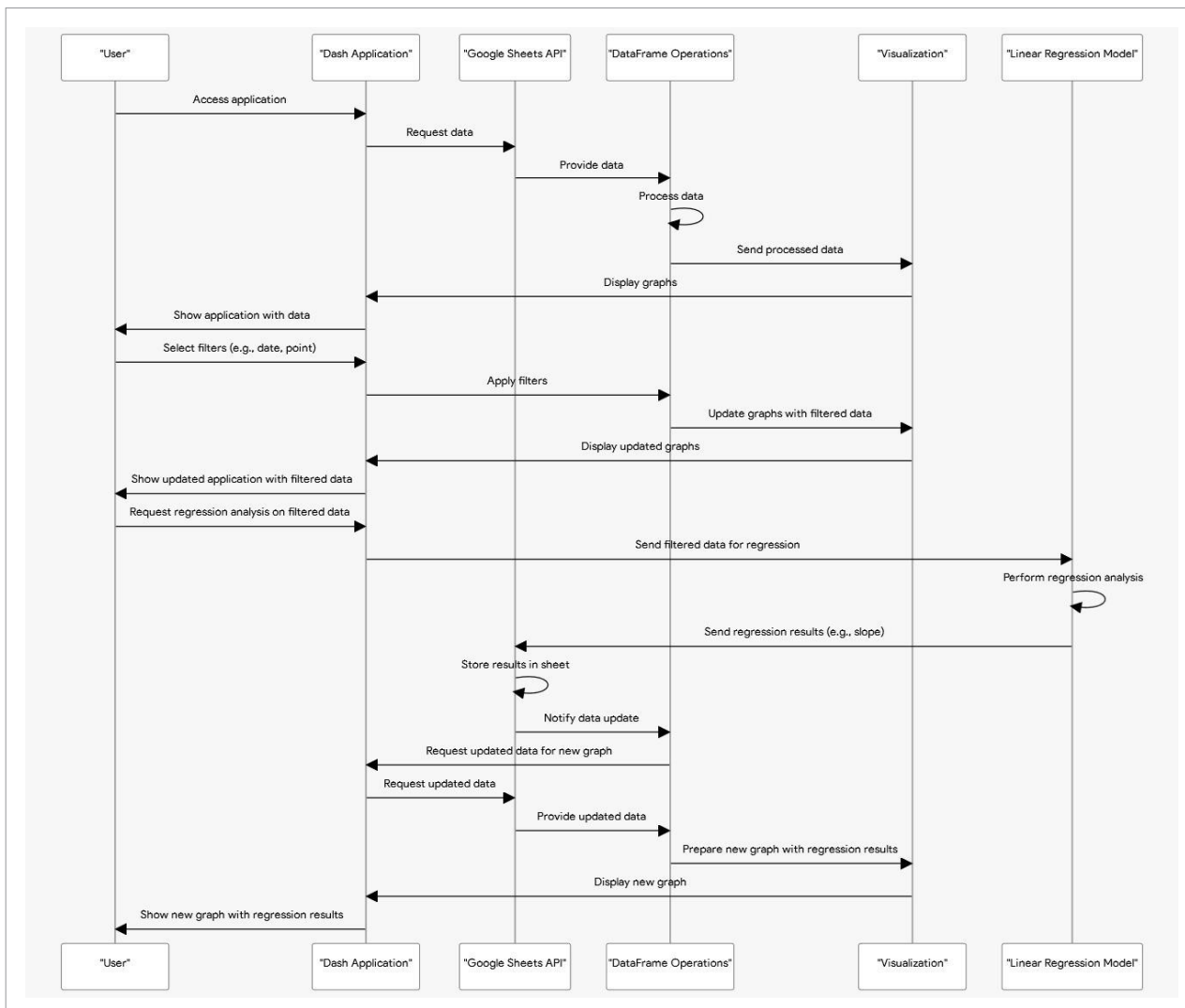
17. Preparación de un nuevo gráfico con los resultados de la regresión: los datos actualizados se procesan y utilizan para preparar un nuevo gráfico que muestre dichos resultados.

18. Finalmente, la aplicación Dash muestra el nuevo gráfico al usuario, completando el ciclo de interacción. Este gráfico incluye los resultados del análisis de regresión y permite al usuario visualizar la relación entre las variables seleccionadas.

Para realizar el despliegue, es necesario alojar el proyecto en un servidor remoto que sea capaz de mantenerlo en ejecución de forma continua. Además, es necesario encontrar la mejor configuración posible, por lo que se ha elegido un Paas como Render para la tarea.

Render ofrece una configuración avanzada para almacenar variables de entorno de forma segura y permitir que el código acceda a ellas en tiempo de ejecución sin exponer información delicada en el repositorio de código o en el control de versiones. En este caso, se ha añadido la clave JSON codificada en base64 para Google Sheets, por lo que el dominio resultante para la aplicación web es `meterc02.onrender.com`.

Figura 6. Diagrama de secuencia para la aplicación web del sistema

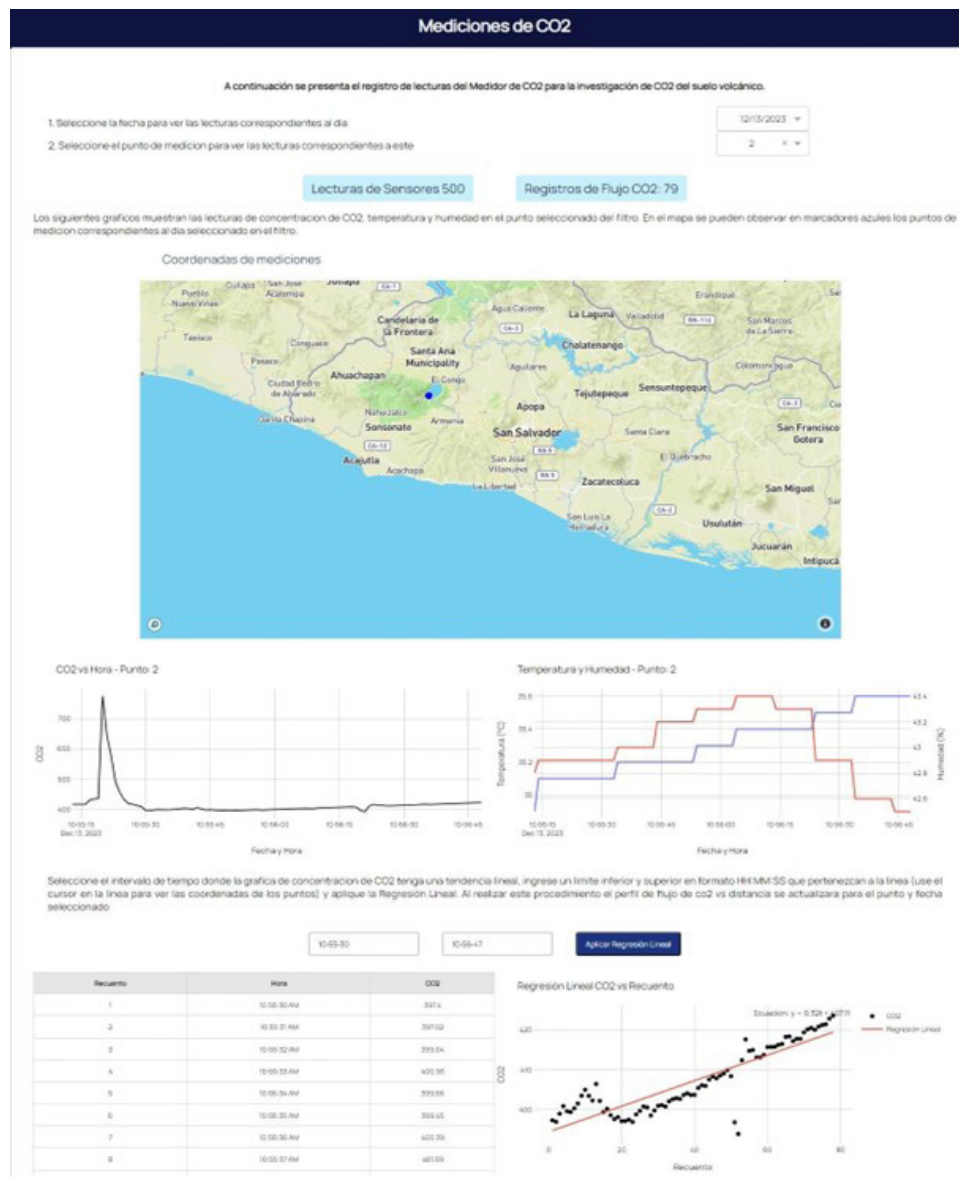


Nota. Secuencia de funciones para el diseño de la aplicación de visualización web del sistema propuesto. Fuente: elaboración propia. Elaboración propia.

Resultados

Para comprobar el funcionamiento del equipo, se efectuaron diferentes pruebas a lo largo del proyecto, con el fin de probar cada nueva funcionalidad implementada. En primer lugar, se reprodujo el sistema inicial cambiando el microcontrolador; luego, se incluyó conectividad GPRS para el envío de datos en tiempo real, y por último, se hicieron pruebas con paquetes de datos. Finalmente, se corroboró el funcionamiento del sitio web para la visualización de datos y para crear un histórico de las mediciones, como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Sitio web de monitoreo del sistema implementado



Nota. Captura de pantalla del sitio web de supervisión del sistema IoT implantado. Fuente: elaboración propia.

Durante el periodo en el que se llevaron a cabo las mejoras a la estación móvil, se efectuaron pruebas en diferentes localidades, siendo la más frecuente «El Cerro Pacho», ubicado al suroeste del lago Coatepeque, en el departamento de Santa Ana. La vereda comparte jurisdicción entre los municipios de El Congo y Santa Ana, y se encuentra a 13°50'24.7"N y 89°34'52.2"O, a una elevación *que oscila entre 826 y 942 msnm*, y a una distancia de 2,5 km. Cuando se llevó a cabo la recogida de datos, el entorno se caracterizaba por un día soleado y tiempo seco, como se puede observar en la figura 8.

Figura 8. Prueba en campo del sistema implementado



Nota. Se ve a un operario cargando la maleza con el sensor y la estación diseñada mientras realiza la medición utilizando la campana de concentración del suelo. Fuente: elaboración propia.

Con los datos del ensayo de campo almacenados en la plataforma, también es posible efectuar análisis manuales como el siguiente, que muestra un mapa de calor según el flujo obtenido en las diferentes coordenadas de los puntos. Este mapa se ha realizado en Python utilizando la herramienta Folium para observar mapas (Korstanje, 2022). Estos datos están correlacionados con las medidas de potencial espontáneo y la temperatura de la zona.

Discusión

La elección del ESP32 como microcontrolador para la CPU supone un avance significativo debido a su mayor potencia de procesamiento, mayor capacidad de memoria y eficiencia energética. Este microcontrolador no solo facilita la programación a través de Arduino, que es la base inicial crucial para el proyecto, sino que también soporta diversos lenguajes de programación, lo que amplía las posibilidades de desarrollo futuro e integración con otros sistemas IoT, y elimina la necesidad de usar el módulo HC-06, ya que este dificultaba la escritura de líneas de depuración al interrumpir los mensajes enviados por Bluetooth cuando estaba conectado a los puertos en serie de Arduino.

La elección de la placa TTGO T-Call SIM800L es una decisión estratégica, ya que incluye un módulo GSM integrado que elimina la necesidad de componentes adicionales para la conectividad celular. Este diseño, enfocado a proyectos de internet de las cosas en entornos sin acceso wifi, permite una recogida y transmisión de datos más eficiente, optimizando el sistema para aplicaciones de campo.

La implementación de un sistema de almacenamiento en búfer y reenvío de paquetes de datos permite abordar los desafíos planteados por la rápida generación de datos de CO₂ y la inestabilidad de la conexión GPRS en áreas remotas. Este enfoque mejora significativamente la fiabilidad de la transmisión de datos, ya que garantiza que la información se envía completa y de forma eficiente.

La decisión de utilizar solicitudes HTTP POST para enviar datos a Google Sheets resuelve eficazmente las limitaciones de las solicitudes HTTP GET, que requerían envíos individuales para cada fila de datos, lo que provocaba procesos lentos y posibles pérdidas de datos. Las peticiones POST permiten una transmisión más rápida y fiable de grandes volúmenes, como en este caso, en el que se envía un JSON de hasta 300 objetos.

La optimización de la comunicación Bluetooth en la aplicación móvil mejora la interacción con la CPU, ya que permite pausar y reanudar la recepción de datos para nuevas mediciones sin necesidad de cerrar la aplicación.

Esta mejora contribuye a una mayor eficiencia en el proceso de medición y a una mejor experiencia de usuario.

El desarrollo de una página web personalizada para el análisis y la visualización de datos permite realizar cálculos complejos y presentar la información de forma intuitiva. Esta herramienta se convierte en un componente esencial para la interpretación de los datos recogidos, ya que ofrece a investigadores y usuarios una potente plataforma para el análisis de las emisiones de CO₂. El cálculo de la regresión lineal en la página web es más preciso que en la aplicación, ya que la manipulación de la visualización del gráfico permite realizar cálculos más precisos.

La selección de Render como plataforma para el despliegue de la aplicación web facilita la obtención de un dominio libre y proporciona un entorno robusto para el funcionamiento de la página web. Esta decisión subraya la importancia de contar con una infraestructura de soporte accesible y fiable para difundir los resultados del proyecto.

Conclusiones

La comparación de los cálculos automáticos del flujo de CO₂ realizados por la aplicación y la página web con los realizados manualmente confirma la precisión y fiabilidad de las herramientas desarrolladas. Este nivel de validación es fundamental para garantizar la confianza en los resultados obtenidos y para destacar la precisión del sistema de medición.

Cada una de estas ampliaciones detalla los logros y decisiones clave del proyecto, y destaca el impacto positivo en la medición y el análisis del flujo de CO₂ en suelos volcánicos, reflejando el compromiso con la innovación y la mejora continua en la investigación medioambiental y volcánica.

Una mejora importante para el sitio web sería un nivel aún mayor de automatización, que descartara el uso manual de la selección de intervalos en la zona de comportamiento

lineal del gráfico. Además, sería conveniente que se mostraran automáticamente mapas de calor en función de los datos filtrados.

En la aplicación móvil, la interfaz también podría mostrar un mapa con las coordenadas donde se encuentra el dispositivo con nuevas actualizaciones.

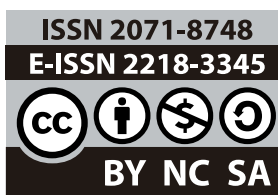
Referencias

- Atif, M., Muralidharan, S., Ko, H. y Yoo, B. (octubre, 2020). Wi-ESP - A tool for CSI-based device-free Wi-Fi sensing (DFWS). *Journal of Computational Design and Engineering*, 7(5), 644-656. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa048>
- Beijing Laikoo Biotechnology. (11 de diciembre de 2024). *Sistema portátil de medición de flujo de CO₂/H₂O en suelo LI-870*. <https://www.bio-equip.com/show1equip5036965.html>
- Burch, M. y Schmid, M. (25 de mayo de 2024). *Dashboard design*. <https://doi.org/10.1201/9781032657301>
- Component 101. (30 de septiembre de 2021). *SIM800L GSM Module*. <https://components101.com/wireless/sim800l-gsm-module-pinout-datasheet-equivalent-circuit-specs>
- DataScientest. (2024). *¿Qué es un DataFrame?* <https://datascientest.com/es/que-es-un-dataframe>
- Google Cloud. (02 de diciembre del 2024). *Descripción general de las cuentas de servicio*. <https://cloud.google.com/iam/docs/service-account-overview?hl=es-419>
- Google Workspace. (2023). *Automatiza y extiende Google Workspace con código sencillo*. <https://developers.google.com/apps-script?hl=es-419>
- Huanca Chávez, J. y Choque Choque, D. (2022). *Sistema de geolocalización con alarma y monitoreo basado en IOT para personas con Alzheimer*. *Journal Boliviano de Ciencias*, 18(53). 48-63. <https://doi.org/10.52428/20758944.v18i53.373>
- Jimmy Yang, T.-H., Chambeft, I., Rowe, M., Mazot, A., Seward, A., Werner, C., Fischer, T., Seastres, J., Siega, F., Macdonald, N. y Brakering, T., Coup, L. y Sander, F. (junio, 2024). *Variability in surface CO₂ flux: Implication for monitoring surface emission from geothermal fields*. *Geothermics*, 120, 102981. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2024.102981>
- Korstanje, J. (2022). *Machine learning on geographical data using Python: Introduction into geodata with Applications and use cases*. https://reconshell.com/wp-content/uploads/2022/09/Machine_Learning_on_Geographical_Data_Using_Python.pdf
- LI-COR. (2024). *Carbon dioxide gas measurements with the LI-830 and LI-850*. <https://www.licor.com/env/products/gas-analysis/LI-830-LI-850>
- Milner, G. (2016). *What is GPS? Journal of Technology in Human Services*, 34(1). <https://doi.org/10.1080/15228835.2016.1140110>
- Orellana, R. (21 de abril del 2021). *La evolución de Android: Los cambios del sistema operativo de Google*. Digitaltrends ES. <https://es.digitaltrends.com/android/evolucion-de-android>
- Pérez-Zárate, D., Santoyo, E., Jácome-Paz, M. P., Guevara, M., Guerrero, F., Yáñez-Dávila, D. y Santos-Raga, G. (mayo, 2024). *Soil CO₂ fluxes measured in the Acoculco Geothermal System, Mexico: Baseline emissions from a long-term prospection programme*. *Geochemistry*, 84(2). <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2024.126151>
- Pocasangre, C. O., Flores-Cortez, O. O., Arévalo, F., Arriaza, C., Aguilar, O. y Miranda, B. H. (2023). *An IoT Mobile System for CO₂ Monitoring in Volcanic Soil using the LI-830 Sensor and an Android App*. *IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC)*, 1, 1–8. 10.1109/SmartNets58706.2023.10215961
- Salazar, M. (28 de marzo de 2023). *Termohigrómetros: Una guía completa para elegir y utilizar el instrumento adecuado*. Sodeintec. <https://sodeintecas.com/termohigrometros-una-guia-completa-para-elegir-y-utilizar-el-instrumento-adecuado/>
- Viswanatha, V., Ramachandra, A. C., Sathisha, B. M., Kumari P, A., Reddy R, V. S. y Murthy R, S. (2022). *Custom Hardware and Software Integration: Bluetooth Based Wireless Thermal Printer for Restaurant and Hospital Management*. Trabajo presentado en la conferencia MysuruCon 2022 - 2022 IEEE 2nd Mysore Sub Section International Conference. <https://doi.org/10.1109/MysuruCon55714.2022.9972714>

Ensayo académico

Chef E: Una experiencia educativa audiovisual disruptiva

Chef E: A Disruptive Audiovisual Educational Experience



Marisol Esperanza Cipagauta Moyano
Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO
mcipagauta@uniminuto.edu

Recibido: 11 de septiembre de 2024

Aprobado: 20 de diciembre de 2024

DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i78.18980>

URI: <http://hdl.handle.net/11298/1369>

Resumen

Chef E es una iniciativa vanguardista en educación que, a través de un formato audiovisual, aborda temas educativos de forma práctica y atractiva, y transforma la enseñanza y el aprendizaje en experiencias únicas y significativas. Chef E entrevista a reconocidos académicos de diferentes partes del mundo sobre diversos temas. La producción del programa tiene en cuenta diferentes aspectos, especialmente las tendencias que se están presentando en el campo de la educación. En este sentido, mostrar lo que se hace desde una perspectiva innovadora es parte de la motivación para que los docentes optimicen el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) desde una perspectiva pedagógica. La receta que se construye y se ofrece al final es solo una excusa para mostrar un enfoque dinámico y divertido sobre temas de interés general en el ámbito educativo. De esta manera, Chef E se presenta como un modelo de innovación educativa que ofrece, a los docentes, herramientas prácticas y eficaces para enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Abstract

Chef E was born as cutting-edge initiative in education, which, through an audiovisual format addresses educational topics in a practical and attractive way, therefore transforming teaching and learning into unique and meaningful experiences. Chef E conducts interviews on various topics with renowned scholars from around the world. The production of the program takes into account different aspects in order to carry it out, especially the trends that are taking place in the field of education. In this sense, telling what is done from an innovative perspective, is part of the motivation for faculty members to optimize the use of information and communication technologies (ICTs) based on their pedagogical use. The recipe that is built and offered at the end, is just an excuse to show the dynamic and fun side of talking about aspects of general interest in the educational field. By doing so, Chef E is promoted as a model of educational innovation, offering professors practical and effective tools to enrich their students' learning experience.

Palabras clave

Programas de televisión, Chef E, metodología en pedagogía, innovaciones tecnológicas, cocina.

Keywords

Tv programs, Chef E, methodology in pedagogy, technological innovations, cooking.

Introducción

La educación disruptiva es un concepto que hace referencia a la transformación de los sistemas educativos tradicionales mediante la innovación y la tecnología, utilizando recursos de aprendizaje abiertos. Este fenómeno está impulsado por diversos factores, como la globalización, la revolución digital y los cambios en las necesidades de los estudiantes, entre otros. Según De la Peña Zambrano y Rodríguez-Pichardo (2023), “se ha demostrado que los REA son medios que permiten generar ambientes de aprendizaje positivos, pues al emplearlos, se comparte, utiliza y reutiliza el conocimiento” (p. 3). En palabras de Ruiz y Salinas (2021), la educación disruptiva busca romper con los paradigmas tradicionales y apuesta por experiencias educativas personalizadas, relevantes y motivadoras, en las que la tecnología se convierte en una herramienta fundamental para este cambio, ya que permite adaptar el aprendizaje a las necesidades e intereses de cada alumno. Como afirman Ortiz-Colón et al. (2019), “el rol del profesorado ha cambiado, las exigencias formativas del siglo XXI suponen una transformación de la enseñanza tradicional” (p. 11).

Este tipo de educación tiene sus raíces en el movimiento de educación progresista surgido a principios del siglo XX. Los educadores progresistas hacían hincapié en el aprendizaje activo y experimental, la colaboración y la equidad en la educación. Zhao (2023), experto en educación disruptiva, reconoce esta conexión histórica al mencionar que “la educación disruptiva comparte muchas de las ideas centrales de la educación progresista, como la importancia del aprendizaje activo y la experiencia, la personalización del aprendizaje y la atención a la diversidad” (p. 22), por lo que busca

constantemente nuevas formas de enseñar y aprender, utilizando métodos y estrategias innovadoras.

Los principales exponentes de este movimiento fueron John Dewey, María Montessori y Paulo Freire. Dewey creía que el aprendizaje debía ser una experiencia activa y significativa para los alumnos. Montessori propuso un enfoque centrado en el niño, en el que los alumnos aprenden a su propio ritmo y según sus intereses. Freire abogaba por una educación liberadora que ayudara a los alumnos a comprender y transformar su mundo. Martínez y Pérez (2023) señalan que las ideas centrales de la educación progresista, como el aprendizaje activo, la atención a la diversidad y la educación para la transformación social, siguen siendo relevantes hoy en día y pueden ayudar a crear una educación disruptiva que se adapte a las necesidades del siglo XXI.

Los principios de la educación progresista se han ido incorporando gradualmente a los sistemas educativos tradicionales. Sin embargo, la educación disruptiva representa un cambio más radical que desafía los cimientos mismos de la educación tradicional. En palabras de Paskevicius (2023), “desarrollar alfabetizaciones digitales con futuros docentes puede ayudarles a prepararse para futuros impredecibles en los que la flexibilidad y la tecnología digital ocuparán un lugar destacado en los entornos de aprendizaje” (p. 104).

En este marco, la educación disruptiva plantea una serie de retos, como la necesidad de preparar a los profesores para este nuevo enfoque educativo y garantizar la equidad en el acceso a las tecnologías digitales. Como afirman Palau et al. (2023), “cada vez

existe más conciencia de la necesidad de fomentar la adquisición de la Competencia Digital Docente (CDD) y así mismo de su evaluación” (p. 1). Por tanto, la formación del profesorado es fundamental para implantar una educación disruptiva. Los profesores deben adquirir nuevas habilidades y conocimientos para crear entornos de aprendizaje eficaces que permitan a los alumnos aprender haciendo, colaborar y desarrollar las habilidades del siglo XXI.

La experiencia innovadora de la Chef E

En este contexto, la experiencia innovadora de la Chef E, se presenta como una respuesta transformadora a los retos educativos del siglo XXI. Esta iniciativa, anclada en la utilización estratégica de las TIC y el formato audiovisual, se propone transformar radicalmente el panorama de la educación, abordando de manera efectiva la problemática de la gestión y asimilación del conocimiento en la era digital. Blázquez García y Marín Juarros (2021) consideran que “las pedagogías emergentes presentan al docente como diseñador de actividades de aprendizaje enriquecidas con las Tecnologías de la Información y Comunicación” (p. 69).

En un panorama donde la educación tradicional a menudo se ve desafiada por la rápida evolución tecnológica y la diversificación de las necesidades de aprendizaje, Chef E surge como un faro de innovación. La justificación de este proyecto radica en su capacidad para sintetizar los elementos esenciales de la pedagogía moderna: interactividad, accesibilidad y relevancia. Como bien lo mencionan Rico-Gómez y Ponce Gea (2022) “el reto de la educación para el docente del siglo XXI es enfatizar el aprendizaje activo y participativo del sujeto, adquiriendo las herramientas competenciales necesarias para integrarse en una sociedad que demanda individuos creativos y autorrealizables” (p. 78).

Al integrar las TIC en su metodología, Chef E no solo facilita un aprendizaje más atractivo y retentivo, sino que también democratiza el acceso a la educación de calidad, abarcando una audiencia global diversa

y conectada. Como lo indican Cuetos Revuelta et al. (2020), “las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen nuevas oportunidades de aprendizaje en una sociedad interconectada, donde su uso se ha hecho fundamental” (p. 287).

Una de las problemáticas centrales que Chef E busca abordar es la brecha existente en la comprensión y aplicación de buenas prácticas pedagógicas. En muchas ocasiones, los educadores se enfrentan a limitaciones en recursos y metodologías para impartir enseñanzas que sean tanto efectivas como estimulantes para los estudiantes. Chef E responde a esta necesidad, proporcionando a los educadores herramientas prácticas y estrategias innovadoras que pueden ser implementadas en diversas configuraciones educativas. Al respecto, Sánchez-Otero et al. (2019) dicen que “el objetivo de las TIC es el logro de mejores aprendizajes que despierten el interés de los estudiantes a través de diferentes estrategias” (p. 283).

La base teórica de Chef E se basa en la confluencia de varios campos: la innovación pedagógica, la importancia de las TIC en la educación y la metodología audiovisual. Este enfoque interdisciplinario no solo refuerza la relevancia del proyecto en el panorama educativo actual, sino que también proporciona una base sólida para su desarrollo e implementación. Según Sánchez-Otero et al. (2019), “la necesidad de cambio de metodología tradicional a una más activa es innegable, en la que el alumno sea más activo en su participación y responsable de su propio aprendizaje” (p. 283). La educación disruptiva y el aprendizaje práctico, que constituyen los fundamentos teóricos del proyecto, permiten abordar los retos educativos contemporáneos desde una perspectiva más crítica y adaptativa.

El proyecto Chef E emplea una metodología única que combina elementos audiovisuales con un enfoque práctico y participativo. Cada episodio, estructurado como una «receta» educativa, aborda temas específicos relacionados con la integración de las TIC en el aula y con estrategias para fomentar

un aprendizaje más interactivo y significativo. Estos temas, detallados en los guiones del proyecto, reflejan un profundo conocimiento de las necesidades educativas actuales y proporcionan a los educadores diversas herramientas y técnicas para mejorar su práctica docente. Basantes-Arias et al. (2021) consideran necesario que los profesores universitarios reflexionen sobre su trabajo y propongan alternativas metodológicas y prácticas de trabajo virtual para mejorar la didáctica.

Cada invitado a la cocina del Chef E maneja un tema específico que se desarrolla en formato de entrevista y, al final, se entrega la receta, resultado de la interacción con cada académico que participa en el programa. Además, se cuenta con la ambientación necesaria correspondiente a una cocina tradicional con elementos propios que enriquecen el contexto para hablar de educación, tomando como excusa los sabores que se mezclan y comparten.

Este análisis de resultados pone de manifiesto la eficacia del enfoque del Chef E para promover un aprendizaje más dinámico y atractivo. En este sentido, Prendes Espinoza y Cerdán Cartagena (2021) sostienen que “la rapidez con que cambia la tecnología hace necesario investigar nuevos modelos y estrategias de enseñanza-aprendizaje que faciliten al individuo la asimilación en el menor tiempo posible de los cambios tecnológicos y lo capaciten para las nuevas demandas del mercado laboral” (p. 38).

De esta forma, el proyecto Chef E representa un avance significativo en el campo de la innovación educativa. Su enfoque práctico y fundamentado en la teoría, junto con el uso estratégico de las TIC y la metodología audiovisual, lo establece como un modelo ejemplar para la transformación de la enseñanza y el aprendizaje en la era digital. Sandoval-Benavides et al. (2020) dicen al respecto: “La tecnología digital se considera como una herramienta pedagógica y como un medio para establecer mejores condiciones que estimulen la creación de nuevos conocimientos” (p. 37). Por tanto, Chef E no solo aborda los desafíos

actuales de la educación, sino que también allana el camino para futuras innovaciones, inspirando a educadores y estudiantes por igual en su búsqueda de una educación más inclusiva, accesible y efectiva.

La iniciativa también presta atención a la formación del profesorado, ofreciendo estrategias y herramientas para abordar la diversidad en el aula y adaptar la enseñanza a las necesidades de todos los estudiantes. Esto incluye la sensibilización sobre las diferencias culturales, la promoción de estrategias pedagógicas inclusivas y el uso de tecnologías para facilitar un aprendizaje accesible.

Desarrollo de habilidades del siglo XXI

El proyecto Chef E hace hincapié en el desarrollo de habilidades críticas para el siglo XXI a través de sus recetas educativas, diseñando experiencias de aprendizaje que promueven el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación. Utiliza metáforas culinarias y actividades prácticas para fomentar la reflexión y el análisis crítico, y desafía a los estudiantes a cuestionar y explorar diversas perspectivas. La creatividad se estimula presentando problemas abiertos que requieren soluciones innovadoras, lo que invita a los estudiantes a pensar fuera de la caja y a experimentar con nuevas ideas. Por ello, como afirma Cárdenas Martínez (2019), “es importante concientizar a la comunidad educativa del compromiso con las nuevas metodologías y estrategias pedagógicas con el fin de potencializar los procesos creativos” (p. 217).

Por otro lado, la colaboración es fundamental, ya que las actividades suelen requerir trabajo en equipo, lo que promueve la interacción y el intercambio de ideas entre los participantes. Por último, se cultiva la comunicación efectiva mediante la presentación de proyectos, las discusiones en grupo y el uso de tecnologías digitales, lo que prepara a los estudiantes para expresar sus ideas de forma clara y convincente en diversos contextos. Este enfoque integral garantiza que los estudiantes no solo adquieran conocimientos, sino que también desarrollen habilidades esenciales para su éxito personal y profesional en el mundo contemporáneo.

Tabla 1. Relación de los programas producidos

Nombre del programa	Enlace
Evaluar la docencia una práctica de calidad	https://youtu.be/-b1XKuEGFFA
Arte y educación	https://youtu.be/L-tGyfAofsl
Evaluar el aprendizaje de los estudiantes	https://youtu.be/i_4EnV7I9Jc
Innovando, educando	https://youtu.be/YGrCOht7IVs
La educación disruptiva	https://youtu.be/SPfIFKzpQQ8
Emprendimiento y educación	https://youtu.be/nY-NkjlXrPY
Investigar en educación	https://youtu.be/kT0VYhy9xDs
Cómo impactar en el mundo digital	https://youtu.be/Gorwf0BR4HY
El trabajo colaborativo	https://youtu.be/U0GYGWNKxZg
El rol del profesor	https://youtu.be/2MjF2DBixVM
Emocionalidad en el aula	https://youtu.be/WCJwqCip7UY
Humor en el aula	https://youtu.be/2ePY4dCf4KE
Innovar en la ciencia	https://youtu.be/94FACMtZGc0
Inclusión en la educación	https://youtu.be/sJMJ-ILf5qs
Internacionalización del currículo	https://youtu.be/3MGjRUvp1eo
Cine y educación	https://youtu.be/VKE3uKmF_r0
Neuroeducación	https://youtu.be/U9FR56bfgdU
Dislexia	https://youtu.be/0E3K_0YYSzA
Publicaciones	https://youtu.be/g5F8tgy1Chk
Inteligencia artificial	https://youtu.be/yqbdcyFu27w

Figuras de elaboración propia

La discusión se centra en cómo Chef E puede transformar la enseñanza tradicional en una experiencia rica, interactiva y significativa, utilizando la metáfora culinaria para simplificar y enriquecer la comprensión pedagógica. Según Echeverría Pidghirnai y Molina Villacis (2022), “en los últimos años ha aumentado la necesidad de incorporar la tecnología en los esquemas de enseñanza y así dar respuesta a la demanda de los estudiantes del siglo XXI, pues requieren de una educación que encare los retos de formación y de conocimiento” (p. 2).

Este enfoque ha permitido a profesores y alumnos explorar y aplicar conceptos educativos de forma práctica, lo que fomenta un aprendizaje más profundo y duradero. La implicación de este proyecto en la práctica educativa sugiere un cambio de paradigma hacia una educación más inclusiva, creativa y adaptativa, que destaca la importancia de la innovación y la flexibilidad en el diseño y la aplicación de estrategias de enseñanza eficaces. Como afirman Morales-Urrutia et al. (2021), “es importante considerar incluir en los procesos de enseñanza contenidos que involucren tecnologías y que estas a su vez ayuden a desarrollar competencias en los estudiantes cognitivas y digitales” (p. 510).

El proyecto Chef E supone un avance significativo en la educación, ya que demuestra cómo una pedagogía innovadora, apoyada en tecnologías emergentes y metodologías activas, puede transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, Leiva Guerrero y López Jiménez (2019) afirman que “dada la importancia que adquiere en la actualidad el uso de las TIC en los procesos formativos, resulta de interés conocer cómo estas herramientas se integran en procesos de enseñanza y aprendizaje” (p. 2).

Los resultados obtenidos muestran un aumento de la motivación y el compromiso de los estudiantes, así como el desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI. Esta propuesta subraya la importancia de adaptar los métodos educativos a las necesidades

actuales para promover una educación más inclusiva, participativa y reflexiva. Como afirman Deossa-Cano y Montiel-Castaño (2022), “es necesaria una metodología que permita la adopción gradual de las TIC, para transitar desde la alfabetización digital hasta la creación de conocimiento a partir del uso de estas tecnologías” (p. 294).

Al combinar la educación con la metáfora de la cocina, Chef E no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también inspira a profesores y alumnos a explorar nuevos horizontes en el aprendizaje. Como afirma Martín Centeno (2021), el profesor se convierte en un facilitador, capaz de motivar a los alumnos para que adopten un papel más activo en el proceso educativo y diseñen experiencias educativas. Este enfoque pone de manifiesto la necesidad de seguir innovando en el ámbito educativo para garantizar que la enseñanza siga siendo relevante y eficaz en la preparación de los estudiantes para los retos del futuro. Como afirma Morduchowicz (2020), “saber analizar y evaluar críticamente los contenidos que circulan en Internet, permite seleccionar y utilizar información confiable y plural para tomar decisiones fundamentadas” (p. 11).

Conclusiones

Los docentes de cualquier nivel educativo cuentan con las herramientas y la confianza necesarias para incorporar contenidos audiovisuales a sus estrategias de enseñanza, lo que facilita un aprendizaje más interactivo y dinámico a partir de los diversos temas que aborda Chef E con sus invitados.

A través de los capítulos disponibles en YouTube, Chef E inspira a los docentes a diseñar actividades que promuevan el trabajo en equipo, el debate crítico y la resolución conjunta de problemas, lo que contribuye a una mayor implicación de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje y a su colaboración.

Cada capítulo de Chef E está diseñado para estimular el pensamiento crítico y el aprendizaje activo. Los profesores pueden aportar técnicas pedagógicas que desafíen a los alumnos a analizar, cuestionar y aplicar

los conocimientos en situaciones reales, potenciando así su capacidad analítica y reflexiva.

La formación específica en el uso pedagógico de las TIC y en estrategias de educación disruptiva es fundamental para que los profesores aprovechen al máximo los recursos que ofrece Chef E y los apliquen eficazmente en sus aulas.

Compartir experiencias y estrategias entre colegas es fundamental para el éxito del proyecto. La colaboración permite a los profesores enriquecer su práctica pedagógica y adaptar los contenidos de Chef E a las necesidades específicas de sus alumnos, lo que tiene un impacto transformador en la educación, la innovación, la tecnología y el desarrollo de habilidades blandas.

Dada la riqueza y diversidad de temas tratados en los programas de Chef E, como la dislexia, la evaluación del profesorado, el arte en la educación, el uso de las redes sociales con fines pedagógicos y la integración de tecnologías emergentes como la realidad aumentada y la inteligencia artificial en el aprendizaje, los resultados de la producción audiovisual tienen un impacto significativo en diversos aspectos de la práctica educativa.

El proyecto Chef E se concibió como una iniciativa de vanguardia cuyo objetivo es revolucionar los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la utilización de la metáfora de la cocina para crear una experiencia educativa única y atractiva. Mediante la integración de tecnologías digitales, metodologías pedagógicas interactivas y el fomento de entornos de aprendizaje colaborativos, Chef E ha logrado desarrollar «recetas» innovadoras que enriquecen la educación. Estas recetas no solo ofrecen un variado menú de estrategias pedagógicas adaptadas a las necesidades del siglo XXI, sino que también fomentan el desarrollo de habilidades blandas como el pensamiento analítico, la creatividad y la colaboración.

El proyecto Chef E, a través de sus diversos episodios, ha abordado temas fundamentales en el

ámbito educativo, como la dislexia, la evaluación del profesorado, la integración del arte en la educación, el uso pedagógico de las redes sociales y la aplicación de tecnologías emergentes como la realidad aumentada y la inteligencia artificial. Estos temas, presentados de forma innovadora y accesible, han servido de catalizador para el desarrollo de estrategias pedagógicas que respondan a los retos del siglo XXI y a la incorporación de las TIC en beneficio del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Referencias

- Basantes-Arias, E. A., Escobar-Murillo, M. G., Cárdenas-Moyano, M. Y. y Ramírez-Garrido, R. G. (febrero, 2021). *La virtualidad y su efecto en la educación superior. Una perspectiva de la realidad docente. Polo del Conocimiento*, 6(2), 410-420. <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6170/1/PCR-21-014%20BAZANTES%20ELSA%2c%20La%20virtualidad%20y%20su%20efecto...pdf>
- Blázquez García, E. y Marín Juarros, V. I. (2021). *Perspectivas docentes sobre uso y efectividad de recursos TIC para promocionar el aprendizaje colaborativo, la creatividad y el espíritu emprendedor. RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (11), 69-84. <https://doi.org/10.6018/riite.440261>
- Cárdenas Martínez, L. D. (2019). *La creatividad y la educación en el siglo XXI. Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 12(2), 211-224. <https://doi.org/10.15332/25005421.5014>
- Cuetos Revuelta, M. J., Grijalbo Fernández, L., Argüeso Vaca, E., Escamilla Gómez, V. y Ballesteros Gómez, R. (2020). *Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: Percepciones del profesorado. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 287-306. <https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26247>
- De la Peña Zambrano, D. y Rodríguez-Pichardo, C. (enero-diciembre, 2023). *Experiencia socioformativa empleando recursos educativos abiertos como apoyo al aprendizaje cooperativo en*

- tiempo pospandemia. Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*. 11(25). 1-14. <https://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias/article/view/83990>
- Deossa-Cano, R. y Montiel-Castaño, C. P. (2022). *Potencial de las TIC en educación, una propuesta metodológica para su integración efectiva*. In *formador Técnico*, 86(2), 278-296. <https://doi.org/10.23850/22565035.4374>
- Echeverría Pidghirnai, V. y Molina Villacis, P. (2022). *Herramientas digitales en el aprendizaje y su relación con las habilidades creativas de los estudiantes*. *Revista Científica Sinapsis*, 2(21). <https://doi.org/10.37117/s.v2i21.608>
- Leiva Guerrero, M. V. y López Jiménez, T. M. (2019). *Uso de plataforma virtual para retroalimentar la formación del profesorado*. *Pensamiento Educativo*, 56(2), 1-17. <https://acortar.link/5O2AaY>
- Martín Centeno, Ó. (15 de marzo del 2021). *Introducir sólo tecnología en la escuela no es innovar*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/kMsUuKP3PP0?si=-ENfgl6zDRZ15Ma>
- Martínez, A. y Pérez, R. (2023). *La educación progresista: Un legado para la educación del siglo XXI*. *Revista de Educación y Desarrollo Social*, 15(2), 51-62.
- Morales-Urrutia, E. K., Ocaña, J. M., Yáñez-Rueda, H., Naranjo, A. y Núñez, F. (noviembre, 2021). *Innovación metodológica para la enseñanza de TIC en educación superior*. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 507-517. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/innovación-metodológica-para-la-enseñanza-de-tic/docview/2647405765/se-2>
- Morduchowicz, R. (2020). *Ciudadanía digital: Currículo para la formación docente*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://goo.su/a5dnbEU>
- Ortiz-Colón, A., Ortega-Tudela, J. y Román García, S. (2019). *Percepciones del profesorado ante la alfabetización mediática*. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(1), 11-20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7025808>
- Palau, R., Fretes, G., Mogas, J. y Usart, M. (2023). *Validación de una herramienta para medir la competencia digital docente del profesorado de educación secundaria en formación inicial*. *RELIEVE, Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 29(2), 1-16. <http://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.25317>
- Paskevicius, M. (2023). *Empoderando a los futuros educadores: Aprovechando la apertura por diseño al integrar la tecnología en los programas de formación del profesorado*. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (85), 103-119. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.85.2845>
- Prendes Espinoza, M. P. y Cerdán Cartagena, F. (2021). *Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa*. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 35-53. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415>
- Rico-Gómez, M. L. y Ponce Gea, A. I. (2022). *El docente del siglo XXI: Perspectivas según el rol formativo y profesional*. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 27(92), 77-101. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v27n92/1405-6666-rmie-27-92-77.pdf>
- Ruiz, J. y Salinas, J. (2021). *Educación disruptiva: Innovación y tecnología para el aprendizaje del siglo XXI*. *Revista de Educación y Desarrollo Social*, 13(1), 1-14.
- Sánchez-Otero, M., García-Guillany, J., Steffens-Sanabria, E. y Hernández-Palma, H. (June, 2019). *Estrategias pedagógicas en procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior incluyendo tecnologías de la información y las comunicaciones*. *Información Tecnológica*, 30(3), 277-286. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300277>
- Sandoval-Benavides, V. L., Organista-Sandoval, J., López-Ornelas, M. y Reyes-Robinson, S. A. (2020). *Elaboración de módulos audiovisuales para mejorar las habilidades digitales de estudiantes universitarios*. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 12(2), 36-51. <https://doi.org/10.32870/ap.v12n2.1893>
- Zhao, Y. (2023). *World-class learners: Educating creative and entrepreneurial students* (2nd ed.). Corwin Press.

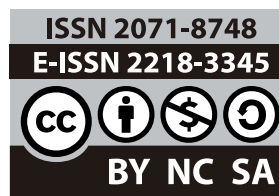
Resumen de la vida académica del autor

Posdoctorado en currículo, innovación pedagógica y formación del CENID, México; doctorado en educación de la Nova Southeastern University, Estados Unidos; maestría en administración de instituciones educativas del ITESM, México, y Licenciatura en Comunicación Social-Periodismo de UNIMINUTO, Colombia. Ha impartido conferencias, ha actuado como ponente,

capacitadora y profesora invitada en universidades de Estados Unidos, América Latina y Europa. Sus investigaciones se centran en temas relacionados con el currículo, la evaluación, la formación docente y la tecnología aplicada a la educación. Es miembro del comité gestor del plan decenal de educación de Colombia 2016-2026. Es profesora asociada de la maestría en educación de UNIMINUTO y gestora de visibilidad de la revista *Inclusión y Desarrollo*. Es directora del programa educativo Chef E, disponible en YouTube.

Ansiedad y rendimiento académico: Análisis comparativo y asociación entre variables en una muestra universitaria salvadoreña

*Anxiety and Depression: Their Incidence on the Academic Performance
of University Students*



DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i78.18984>

URI: <http://hdl.handle.net/11298/1372>

Lesly Michelle Abrego Méndez

Estudiante de 2.º año de Licenciatura en Psicología

Universidad Tecnológica de El Salvador

3206142023@mail.utec.edu.sv

María José Ramírez Ochoa

Estudiante de 2.º año de Licenciatura en Psicología

Universidad Tecnológica de El Salvador

3212292023@mail.utec.edu.sv

Jacqueline Marisol López Lovo

Estudiante de 2.º año de Licenciatura en Psicología

Universidad Tecnológica de El Salvador

3202432023@mail.utec.edu.sv

Marlon Elías Lobos Rivera

Docente investigador de la Escuela de Psicología

Universidad Tecnológica de El Salvador

marlon.lobos@mail.utec.edu.sv; marlon.lobos28@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7995-6122>

Scopus Author ID: 57222023834

Web of Science ResearcherID (Publons): AAS-2268-2021

Loop profile: 1307424

Benjamín Alexander López Gómez

Docente a tiempo completo de la Escuela de Psicología

Universidad Tecnológica de El Salvador

benjamin.lopez@utec.edu.sv

<https://orcid.org/0009-0001-2193-9020>

Recibido: 22 de septiembre de 2024

Aprobado: 9 de noviembre de 2024

Resumen

En el contexto educativo, la ansiedad es uno de los problemas más habituales entre los estudiantes y podría estar relacionada con su rendimiento académico. En El Salvador no hay evidencia empírica que demuestre esta asociación. Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes: describir los indicadores de sintomatología ansiosa y rendimiento académico presentes en la muestra universitaria salvadoreña, verificar si existen diferencias en las dimensiones de ansiedad y rendimiento académico según el rango de edad, el género y la percepción de la carga académica, y establecer si existe una asociación entre la ansiedad y las dimensiones del rendimiento académico. El estudio es *ex post facto*, con diseño transversal y retrospectivo. Se recogieron 200 cuestionarios mediante una muestra de conveniencia no probabilística. La muestra se dividió en 123 mujeres y 77 hombres. La edad media de edad fue de 22.92 años. La técnica utilizada para obtener la información fue la encuesta autodirigida.

Los resultados mostraron que las mujeres y las personas de entre 18 y 20 años, así como quienes perciben una alta carga académica, son quienes presentan mayores niveles de ansiedad. Asimismo, se evidenció que los estudiantes de mayor edad son los que perciben que más aportan a las actividades académicas. Asimismo, se detectó una asociación negativa y débil entre ansiedad y rendimiento académico. Se concluyó que existe una asociación entre la ansiedad y el rendimiento académico, y se determinó que las personas que perciben que tienen un alto rendimiento académico tienden a presentar bajos síntomas de ansiedad. Se sugiere replicar este estudio con muestras universitarias representativas e incluir otras variables psicológicas y sociales.

Palabras clave

El Salvador-educación-aspectos sociales. Ansiedad ante el rendimiento. Trastornos mentales-estudiantes universitarios-estadísticas. Prueba de ansiedad. Mediciones y pruebas educativas.

Abstract

Within the educational context, anxiety is one of the most frequent spectra in students, and it could be related to their academic performance. However, there is no empirical evidence in El Salvador that proves this association. The objectives of this research were the following: to describe the anxiety symptoms and the indicators of academic performance present in the Salvadoran university sample; to verify whether there are differences in the dimensions of anxiety and academic performance depending on the age range, gender and perception of academic load; finally, to establish whether there is an association between anxiety and the dimensions of academic performance. This is an *ex post facto* study with a cross-sectional and retrospective design. A total of 200 questionnaires were collected through non-probabilistic convenience sampling. The sample was divided in 123 women and 77 men. The mean age was 22.92 years. The technique to obtain the information was the self-directed survey.

The results confirmed that those who showed higher anxiety levels included people in three groups: women, those between 18 and 20 years old, and individuals with a high academic load. It was also evident that older students were those who were perceived to contribute more to academic activities. Likewise, a negative and low association was detected between anxiety and academic performance. It is concluded that anxiety and academic performance are indeed associated and it was determined that those who perceive that they have a high academic performance, usually have low anxiety symptoms. It is suggested that this study be replicated with representative university samples and involve other psychological and social variables.

Keywords

El Salvador-education-social aspects. Performance anxiety. Mental disorders-university students-statistics. Anxiety tests. Educational tests and measurements.

Introducción

El rendimiento académico es un tema de interés para cualquier centro educativo. Este fenómeno se define como el resultado del aprendizaje derivado de las interacciones entre profesorado y estudiantado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Estrada García, 2018). Martínez-Otero (2007) lo describe como el rendimiento del estudiantado en sus respectivos centros educativos a través de las calificaciones obtenidas. Vega García (1998) expresa que el rendimiento académico se refiere al nivel que el estudiantado es capaz de alcanzar en un programa específico y que se pretende medir a través de la evaluación de los aprendizajes con el fin de obtener la información necesaria para valorar su rendimiento. Lo anterior enfatiza uno de los componentes objetivos del rendimiento académico de cada estudiante: las calificaciones obtenidas. Sin embargo, un elemento objetivo que no se percibe previamente es la calidad del estudio o las horas que el estudiante dedica al estudio de manera independiente (Preciado Serrano et al., 2021).

En relación con lo anterior, además del componente objetivo, debe tenerse en cuenta la subjetividad del rendimiento académico. Preciado Serrano et al. (2021) detallan tres elementos subjetivos del rendimiento académico: 1) la contribución a las actividades académicas (la concentración del estudiante en clase, el gusto por realizar exposiciones, los temas abordados, la habilidad para redactar material académico, el trabajo en equipo, entre otros); 2) la dedicación al estudio (el tiempo que el estudiante invierte en sus actividades, el uso de recursos didácticos y la preparación anticipada para resolver sus exámenes), y 3) la falta de organización de los recursos didácticos (falta de materiales para efectuar las actividades académicas, olvido de los contenidos vistos en clase, no entrega de actividades, inasistencia injustificada a clases, etc.). Lo anterior cobra mayor sentido si se relaciona con el contexto universitario, donde los estudiantes tienen mayor independencia y autonomía en su formación académica y profesional (Freire, 1997), siempre con la guía de sus facilitadores.

Por ello, en los estudios relacionados con el rendimiento académico no se debe centrar únicamente en el

elemento objetivo, ya que la calificación puede falsearse fácilmente con métodos deshonestos como el plagio en las actividades académicas, la copia en los exámenes y la obtención de créditos en actividades que el estudiante no ha realizado (López Sotomayor et al., 2020; Vaamonde y Omar, 2008). Por lo tanto, el componente subjetivo debe evaluarse más a fondo para determinar cómo los estudiantes perciben su rendimiento académico.

En el contexto educativo, la ansiedad es una de las respuestas emocionales más habituales entre los estudiantes, y se define como una reacción emocional que se produce en un individuo ante situaciones que percibe o interpreta como amenazantes o peligrosas (Carrillo Salazar y Condo Choquesillo, 2016; Foa y Kozak, 1986). Este tipo de respuesta desadaptativa hace que la ansiedad sea perjudicial si es excesiva y frecuente (Fernández López et al., 2012). La ansiedad se considera un trastorno mental frecuente que afecta más al género femenino y cuyos síntomas pueden aparecer en la infancia o en la adolescencia (Organización Mundial de la Salud, 2023). En el contexto educativo, y especialmente en el ámbito universitario, se ha detectado la presencia de sintomatología ansiosa en estudiantes universitarios, tanto a nivel nacional (Lobos-Rivera, Chacón-Andrade et al., 2023; Mena et al., 2021) como internacional (Ebrahim et al., 2024; Ibrahim et al., 2024; López Arias et al., 2024; Mize, 2024; Moskow et al., 2024; Pérez Padilla et al., 2023; Rabanal-León et al., 2023), se ha detectado la presencia de síntomas ansiosos en el estudiantado universitario. Cuando los estudiantes presentan altos niveles de ansiedad, esto puede afectar a su rendimiento académico (Hernández-Yépez et al., 2022).

La ansiedad puede favorecer o dificultar el rendimiento académico, dependiendo del nivel en el que se presente, de la naturaleza de la tarea y del aprendizaje previo del individuo (Crozier, 2001). Si se considera el papel de la ansiedad, un aumento moderado de los niveles de ansiedad puede ayudar a los estudiantes a esforzarse más y concentrarse en los exámenes (Alegre, 2013). Por otro lado,

puede deberse a las presiones de los sistemas de calificaciones universitarios, las expectativas de éxito o competitividad y, a menudo, la perspectiva de un futuro incierto tras la graduación (Jenaro et al., 2018).

El rendimiento académico puede verse afectado por otros factores como los altos niveles de estrés (Espinosa-Castro et al., 2020), la depresión (Trunce Morales et al., 2020; Franco Mejía et al., 2011; Gómez López et al., 2024), el ciberacoso (Ortega Reyes y González Bañales, 2016), entre otros. Para efectos de este estudio, se hará un análisis comparativo de la ansiedad y el rendimiento académico subjetivo, así como un contraste entre la ansiedad y su asociación con el rendimiento académico. Por lo tanto, los objetivos que se proponen son los siguientes: 1) describir la sintomatología ansiosa y los indicadores de rendimiento académico presentes en la muestra universitaria salvadoreña, 2) verificar si existen diferencias en las dimensiones de ansiedad y rendimiento académico en función del rango de edad, género y percepción de carga académica, y 3) estudiar la relación entre la ansiedad y el rendimiento académico.

Este estudio es relevante porque, aunque existen estudios nacionales relacionados con el rendimiento

académico en los niveles elemental, medio y universitario (Benítez Cruz et al., 2023; Hernández Navarro et al., 2011; Picardo Joao et al., 2020; Villatoro, 2019), no existen estudios empíricos que relacionen este espectro con la ansiedad en el contexto salvadoreño. Por lo tanto, este estudio será útil como una de las primeras evidencias empíricas para comprender cómo se relaciona la ansiedad con el rendimiento académico de los estudiantes universitarios salvadoreños.

Método

Diseño y muestra

El estudio es ex post facto, con diseño transversal y retrospectivo (Montero y León, 2007). Se recogieron 200 cuestionarios mediante un muestreo no probabilístico de conveniencia (Hernández González, 2021). La muestra está formada por 123 mujeres (61,5 %) y 77 hombres (38,5 %), todos ellos estudiantes universitarios. La media de edad fue de 22.92 años (DE = 5,41). La técnica de obtención de la información fue la encuesta autodirigida. La tabla 1 refleja otras características de la muestra de estudiantes universitarios.

Tabla 1. Características sociodemográficas de la muestra (n = 200)

Características de la muestra	Frecuencia (%)
Edad	
De 18 a 20 años	91 (45,5)
Mayor de 21 años	109 (54,5)
Género	
Femenino	123 (61,5)
Masculino	77 (38,5)
Carrera	
Psicología	109 (54,5)
Ingeniería Industrial	29 (14,5)
	2 (1,0)
Administración de Empresas	11 (5,5)
Ciencias Jurídicas	33 (16,5)
Diseño Gráfico	1 (0,5)
Ingeniería en Sistemas y Computación	4 (2,0)
Mercadeo	1 (0,5)
Mercadeo Bilingüe	1 (0,5)
Administración de Empresas con Énfasis en Com- putación	1 (0,5)
Comunicaciones	7 (3,5)
Técnico en Ingeniería de Redes Computacionales	1 (0,5)
Nivel de la carrera	
Nuevo Ingreso / Primer año	18 (9,0)
Segundo año	127 (63,5)
Tercer año	45 (22,5)
Cuarto año	8 (4,0)
Quinto año	2 (1,0)
Percepción de carga académica	
Sin dificultades	13 (6,5)
Poca carga académica	21 (10,5)
Moderada carga académica	136 (68,0)
Alta carga académica	30 (15,0)

Instrumentos de medición

Escala Abreviada de Depresión, Ansiedad y estrés (DASS-21). Fue adaptada y reducida por Antony et al. (1998) para medir brevemente los síntomas depresivos, ansiosos y de estrés. Consta de 21 ítems, divididos en tres dimensiones: depresión (ítems 3, 5, 10, 13, 16, 17 y 21), ansiedad (ítems 2, 4, 7, 9, 15, 19 y 20) y estrés (ítems 1, 6, 8, 11, 12, 14 y 18). La DASS-21 tiene cuatro opciones de respuesta (0 = no me ha pasado; 1 = me ha pasado un poco o parte del tiempo; 2 = me ha pasado mucho o una buena parte del tiempo; 3 = me ha pasado mucho o la mayor parte del tiempo). Esta escala ha sido validada en el contexto educativo universitario salvadoreño (Lobos Rivera et al., 2022), obteniéndose índices de ajuste aceptables (CFI = .92, GFI = .88; AGFI = .85; NFI = .91, RMSEA = .07) y los coeficientes de fiabilidad son superiores a .85 en las tres dimensiones. Para este estudio, solo se utilizarán los siete ítems relacionados con la ansiedad y los coeficientes de fiabilidad se han replicado con los datos obtenidos en este estudio, presentando valores superiores a .80 (alfa de Cronbach = .89; omega de McDonald = .90).

Escala de Rendimiento Académico Universitario (RAU). La RAU fue construida por Preciado Serrano et al. (2021) para medir el rendimiento académico universitario. El instrumento se validó en el contexto salvadoreño (Lobos Rivera, Rivera Peña et al., 2023). El análisis psicométrico realizado en El Salvador mostró que el RAU está estructurado por catorce ítems divididos en tres dimensiones (dedicación al estudio: ítems 1, 2 y 3; falta de organización de los recursos didácticos: ítems 4, 5 y 6, y contribución a las actividades académicas: ítems 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14) y con una escala de respuesta de siete opciones que van de 1 = nunca a 7 = siempre. Las propiedades métricas de El Salvador fueron aceptables, aunque hubo limitaciones en la dimensión falta de organización de los recursos didácticos. Para efectos de este estudio, se replicaron los coeficientes de confiabilidad para cada dimensión, que indicaron que las dimensiones dedicación al estudio (alfa de Cronbach = .79; omega de McDonald = .79) y «contribución a las actividades académicas» (alfa de Cronbach = .81; omega de McDonald = .81) son estables.

Cabe señalar que la subescala de falta de organización de los recursos docentes obtuvo coeficientes inferiores a .65 (alfa de Cronbach = .50; omega de McDonald = .50), por lo que no se tendrá en cuenta para futuros análisis.

Aspectos éticos

Cada participante leyó y respondió a un cuestionario de consentimiento informado basado en los lineamientos del Código de Ética de la Profesión de Psicología de El Salvador (Junta de Vigilancia de la Profesión de Psicología, 2021). Los criterios de inclusión evaluados antes de la recolección de datos fueron: ser mayor de edad para dar su consentimiento y ser estudiante universitario activo.

Análisis de datos

El análisis se realizó utilizando el programa PSPP (GNU, 2024). En primer lugar, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (Roco-Videla et al., 2023) para determinar si se utilizarían pruebas paramétricas o no paramétricas. La prueba indicó que los datos son asimétricos ($p < .050$), por lo que se optó por el uso de la estadística no paramétrica. Segundo, para los análisis comparativos según rangos de edad y género, se aplicó la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparar dos grupos (Sánchez Turcios, 2015), acompañada del coeficiente de correlación r para estimar el tamaño del efecto, es decir, la diferencia entre grupos (Tomczak y Tomczak, 2014). En concreto, se utilizó la siguiente fórmula: $r < .30$ es un efecto pequeño, $r = .30 < .50$ es un efecto medio y $r > .50$ es un efecto grande. En tercer lugar, para comparar las dimensiones de ansiedad y rendimiento académico en función de la carga académica percibida, se utilizó la técnica H de Kruskal-Wallis para comparar tres o más grupos (MacFarland y Yates, 2016), junto con el coeficiente épsilon cuadrado (ϵ^2 , Ventura-León, 2020) para estimar el tamaño del efecto, siendo: ϵ^2 de .010 a .058 efecto pequeño, ϵ^2 de .059 a .137 efecto medio, y ϵ^2 de .138 a .500 efecto grande. Como cuarto paso, se aplicó el análisis de correlación de Spearman (ρ) para comprobar la asociación entre la ansiedad y las dimensiones del rendimiento académico.

Resultados

Análisis descriptivo

La tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos de los ítems de cada dimensión. Estos muestran que los estudiantes presentan baja sintomatología ansiosa. Con respecto a la dimensión del rendimiento académico, los análisis indican que las puntuaciones de los ítems son altas, lo que indica que la percepción de la muestra sobre su rendimiento académico es positiva.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los reactivos de ansiedad, dedicación al estudio y aportación en las actividades académicas

Ítems por dimensión	Media	Desviación Estándar
Ansiedad		
Me di cuenta de que tenía la boca seca.	0.655	0.806
Se me hizo difícil respirar.	0.615	0.889
Sentí que mis manos temblaban.	0.875	0.997
Estaba preocupada(o) por situaciones en las cuales podía tener pánico o en las que podría hacer el ridículo.	1.155	1.037
Sentí que estaba al punto de pánico.	0.780	0.988
Sentí los latidos de mi corazón a pesar de no haber hecho ningún esfuerzo físico.	1.055	1.090
Tuve miedo sin razón.	0.965	1.095
Dedicación al estudio		
Me organizo para ser eficiente en todas las actividades académicas.	5.240	1.412
Estudio con anticipación para presentar exámenes de conocimientos académicos.	4.965	1.481
Utilizo diversos recursos didácticos (mapas conceptuales, diagramas, esquemas, etc.) para aprobar las asignaturas de mi profesión.	4.485	1.595
Aportación en las actividades académicas		
Me gusta exponer ante mis compañeros, los temas de las asignaturas.	3.645	1.818
Me considero que redacto bien ensayos o trabajos académicos.	4.695	1.484
Suelo completar mis estudios con cursos extraacadémicos.	3.560	1.845
Me gusta estudiar material adicional al básico de las asignaturas.	4.430	1.455
Me es fácil trabajar en equipo para presentar mis deberes de las asignaturas.	5.394	1.611
Se aceptan mis ideas innovadoras cuando trabajo en equipo.	5.290	1.489
Yo participo activamente conforme con el contenido de las clases.	4.315	1.747
Estoy satisfecho con la carga de trabajo de las asignaturas.	4.810	1.608

Diferencias entre grupos

La tabla 3 presenta que los estudiantes de 18 a 20 años presentan más síntomas de ansiedad y contribuyen menos a las actividades académicas en comparación con los estudiantes mayores de 21 años, con efectos pequeños en ambos resultados. Cabe señalar que no se encontraron diferencias entre los grupos de edad en la dedicación al estudio ($p > .050$).

Tabla 3. Ansiedad y dimensiones de rendimiento académico: análisis comparativo entre edades

Dimensiones	Edad	n	Rango	Z	p	r
Ansiedad	De 18 a 20 años	91	118,85	-4,114	< .001	.29
	Mayor de 21 años	109	85,18			
	Total	200				
Dedicación al estudio	De 18 a 20 años	91	93,53	-1,563	.118	.11
	Mayor de 21 años	109	106,32			
	Total	200				
Aportación en las actividades académicas	De 18 a 20 años	90	88,52	-2,464	.014	.17
	Mayor de 21 años	108	108,65			
	Total	198				

La tabla 4 ilustra diferencias significativas en la dimensión ansiedad, siendo el género femenino el más afectado, con un efecto medio. No se observaron diferencias en las dimensiones de rendimiento académico por género.

Tabla 4. Ansiedad y dimensiones de rendimiento académico: análisis comparativo entre géneros

Dimensiones	Género	N	Rango	Z	p	r
Ansiedad	Femenino	123	119,47	-5,883	< .001	.42
	Masculino	77	70,19			
	Total	200				
Dedicación al estudio	Femenino	123	103,84	-1,035	.301	.07
	Masculino	77	95,17			
	Total	200				

Aportación en las actividades académicas	Femenino	121	95,90	-1,110	.267	.08
	Masculino	77	105,16			
	Total	198				

La tabla 5 reveló que los estudiantes con una mayor carga académica presentaban más síntomas de ansiedad. No se observaron diferencias en las dimensiones del rendimiento académico.

Tabla 5. Ansiedad y dimensiones de rendimiento académico: análisis comparativo entre las percepciones de la carga académica

Dimensiones	Percepción de la carga académica	N	Rango	H	p	ϵ^2_r
Ansiedad	Sin dificultades	13	42,12	22,178	< .001	.111
	Poca carga académica	21	91,12			
	Moderada carga académica	136	100,85			
	Alta carga académica	30	130,78			
	Total	200				
Dedicación al estudio	Sin dificultades	13	124,81	2,753	.431	.014
	Poca carga académica	21	104,98			
	Moderada carga académica	136	98,25			
	Alta carga académica	30	97,03			
	Total	200				
Aportación en las actividades académicas	Sin dificultades	13	132,08	5,548	.136	.028
	Poca carga académica	21	109,21			
	Moderada carga académica	134	95,80			
	Alta carga académica	30	95,12			
	Total	198				

Análisis correlacional

La tabla 6 detalla las asociaciones entre la ansiedad y las dimensiones de dedicación al estudio y contribución a las actividades académicas. Las asociaciones fueron negativas y bajas.

Tabla 6. Asociaciones entre la ansiedad y las dimensiones de rendimiento académico

Dimensiones	Dedicación al estudio	Aportación en las actividades académicas
Ansiedad	Rho = -.188 (p = .008)	Rho = -.283 (p < .001)

Discusión

El propósito del estudio fue describir la sintomatología ansiosa y los indicadores de rendimiento académico presentes en la muestra universitaria salvadoreña, verificar si existen diferencias en las dimensiones de ansiedad y rendimiento académico según el rango de edad, el género y la percepción de la carga académica, y establecer si existe asociación entre la ansiedad y las dimensiones de rendimiento académico. En primer lugar, los síntomas ansiosos detectados se situaron por debajo de la media. Esto implica que la muestra de estudiantes presentó poca sintomatología ansiosa, lo que difiere de estudios previos en estudiantes universitarios salvadoreños (Lobos-Rivera, Chacón-Andrade et al., 2023; Mena et al., 2021), donde se encontró sintomatología ansiosa de moderada a grave. Además, se descubrió que la muestra de estudiantes, en promedio, percibe que tiene un buen rendimiento académico, lo que favorece su formación académica y profesional, lo cual puede estar relacionado implícitamente con la percepción de autoeficacia (Abdolrezapour et al., 2023).

En cuanto a las diferencias entre grupos, se encontraron diferencias según el género, la edad y la percepción de la carga académica en la dimensión de ansiedad; los más afectados fueron las mujeres, los más jóvenes y quienes perciben una alta carga académica. Los hallazgos relacionados con el género y la edad coinciden con investigaciones salvadoreñas (Lobos-Rivera, Chacón-Andrade et al., 2023; Mena et al., 2021), que encontraron estas condiciones tanto en mujeres como en personas más jóvenes. En relación con la alta carga académica, autores como Feldman et al. (2008) y Smith et al. (2007) explican que las presiones académicas en el contexto universitario generan sintomatología ansiosa. En la dimensión de rendimiento académico, solo se identificó que, a

mayor edad del estudiante, mejor es su contribución en las actividades académicas, lo que coincide con los hallazgos de Villamizar Acevedo y Romero Velásquez (2011), quienes encontraron que, a mayor edad del estudiante, mejor es su rendimiento académico. Esto puede deberse a la madurez del estudiante para administrar su tiempo de estudio y organizarse para llevar a cabo sus actividades académicas. Por último, el análisis correlacional encontró una asociación negativa y baja entre la ansiedad y el rendimiento académico, lo que indica que cuanto menor es la sintomatología ansiosa, mayor es el rendimiento académico del estudiante. Esto se ve reforzado por estudios que han comprobado la asociación entre ambas variables (Serna-Solari et al., 2023; Trunce Morales et al., 2020).

Conclusión

El estudio reveló que los estudiantes que participaron en él presentaban poca sintomatología ansiosa y una percepción positiva de su rendimiento académico. A pesar de la baja presencia de sintomatología ansiosa, se identificaron diferencias entre los grupos, que afectaban al sexo femenino, a las personas de entre 18 y 20 años, y a quienes percibían una alta carga académica. Además, los estudiantes mayores de 21 años fueron los que percibían que más aportaban en sus actividades académicas. Finalmente, se demostró la asociación entre ansiedad y rendimiento académico, y al relacionarlo con los resultados estadísticos, se evidencia que a menor sintomatología ansiosa, mejor rendimiento académico.

En conclusión, el estudio muestra la relación entre ansiedad y rendimiento académico; sin embargo, estos resultados no son generalizables, ya que la muestra es

pequeña y no representa a toda la población estudiantil universitaria salvadoreña. Además, el muestreo no fue probabilístico, por lo que no se garantizó la aleatoriedad de los candidatos a participar en este estudio. A pesar de estas limitaciones, el estudio permite aportar evidencia empírica sobre la relación entre ansiedad y rendimiento académico en el contexto salvadoreño, por lo que puede servir de antecedente para futuras investigaciones que aborden este tema. Se sugiere hacer estudios sobre rendimiento académico que tengan en cuenta otras variables psicológicas, educativas y sociales, con muestras representativas y multicéntricas, para generalizar los hallazgos a la población estudiantil universitaria salvadoreña.

Referencias

- Abdolrezapour, P., Jahanbakhsh Ganjeh, S. & Ghanbari, N. (2023). *Self-efficacy and resilience as predictors of students' academic motivation in online education*. *Plos One*, 18(5). <https://psycnet.apa.org/record/2023-76855-001>
- Alegre, A. (2013). *Ansiedad ante exámenes y estrategias de aprendizaje en estudiantes de secundaria de Lima Metropolitana*. *Propósitos y Representaciones*, 1(1), 107-130. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5475176>
- Antony, M. M., Bieling, P. J., Cox, B. J., Enns, M. W. & Swinson, R. P. (1998). *Psychometric properties of the 42-item and 21-item versions of the depression anxiety stress scales (DASS) in clinical groups and a community sample*. *Psychological Assessment*, 10(2), 176-181. <https://psycnet.apa.org/record/1998-02891-012>
- Benítez Cruz, B. S., Portillo Martínez, B. A. y Castillo Gaitán, J. A. (2023). *Factores que influyen en el rendimiento académico de las matemáticas en El Salvador 2020-2023* [Disertación de Licenciatura]. Universidad de El Salvador. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/33021/>
- Carrillo Salazar, B. C. y Condo Choquesillo, R. L. (2016). *Inteligencia emocional y ansiedad rasgo-estado en futuros docentes*. *Avances En Psicología*, 24(2), 175-192. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2016.v24n2.153>
- Crozier, W. R. (2001). *Diferencias individuales en el aprendizaje: personalidad y rendimiento escolar*. Narcea Ediciones.
- Ebrahim, O. S., Sayed, H. A., Rabei, S. & Hegazy, N. (2024). *Perceived stress and anxiety among medical students at Helwan University: a cross-sectional study*. *Journal of Public Health Research*, 13(1). <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/22799036241227891>
- Espinosa-Castro, J. F., Hernández-Lalinde, J., Rodríguez, J. E., Chacín, M. y Bermúdez-Pirela, V. (febrero, 2020). *Influencia del estrés sobre el rendimiento académico*. *AVFT–Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(1). http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aavft/article/view/18707
- Estrada García, A. (junio, 2018). *Estilos de aprendizaje y rendimiento académico*. *Revista Boletín Redipe*, 7(7), 218-228. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/536>
- Feldman, L., Goncalves, L., Chacón-Puignau, G., Zaragoza, J., Bagés, N. y De Pablo, J. (2008). *Relaciones entre estrés académico, apoyo social, salud mental y rendimiento académico en estudiantes universitarios venezolanos*. *Universitas Psychologica*, 7(3), 739-751. <https://psycnet.apa.org/record/2009-00104-011>
- Fernández López, O., Jiménez Hernández, B., Alfonso Almirall, R., Sabina Molina, D. y Cruz Navarro, J. (2012). *Manual para diagnóstico y tratamiento de trastornos ansiosos*. *MediSur*, 10(5), 466-479. <https://www.redalyc.org/pdf/1800/180024553019.pdf>
- Foa, E. B. & Kozak, M. J. (1986). *Emotional processing of fear: Exposure to corrective information*. *Psychological Bulletin*, 99(1), 20-35. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.99.1.20>
- Franco Mejía, C, Gutiérrez Agudelo, S. y Perea, E. (enero-junio, 2011). *Asociación entre depresión y bajo rendimiento académico en estudiantes universitarios*. *Psicogente*, 14(25), 67-75. <https://www.redalyc.org/pdf/4975/497552358007.pdf>
- Freire, P. (1997). *Contribuciones para la pedagogía*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

- GNU's Not Unix Organization. (2024). *GNU PSPP*. The Free Software Foundation (FSF) <https://www.gnu.org/software/pspp/>
- Gómez López, M. P., Jovel López, D. A., Valiente Martínez, I. C., y Lobos Rivera, M. E. (2024). *Ansiedad, depresión y su incidencia en el rendimiento académico de estudiantes universitarios*. *entorno*, (77).
- Hernández González, O. (2021). *Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen*. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3). <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v37n3/1561-3038-mgi-37-03-e1442.pdf>
- Hernández Navarro, X. G., Sorto Fernández, L. O. y Villalta Fuentes, O. O. (2011). *Incidencia de la práctica deportiva sistemática en el rendimiento académico de los y las estudiantes de primero y segundo año de bachillerato, quienes conforman la selección de atletismo que compite en los juegos del consejo del Istmo Centroamericano de Deporte y Recreación (CODICADER), tomando como referencia el promedio final de matemáticas en el año 2010* [Tesis de pregrado Universidad de El Salvador]. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/15875/>
- Hernández-Yépez, P. J., Contreras-Carmona, P. J., Inga-Berrosapi, F., Basurto Ayala, P. y Valladares-Garrido, M. J. (2022). *Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes de medicina*. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 51(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572022000100006&script=sci_arttext
- Ibrahim, F. M., Dabou, E. A. R., AbdelSamad, S. y Abuijlan, I. A. (febrero, 2024). *Prevalence of bullying and its impact on self-esteem, anxiety and depression among medical and health sciences university students in RAS Al Khaimah, UAE*. *Heliyon*, 10(3). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)01094-6](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)01094-6)
- Jenaro, C., Flores, N. & Frías, C. P. (enero-febrero, 2018). *Systematic review of empirical studies on cyberbullying in adults: What we know and what we should investigate*. *Agression and Violent Behavior*, 38, 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2017.12.003>
- Junta de Vigilancia de la Profesión en Psicología. (2021). *Código de ética de la profesión en psicología*. CSSP.
- Lobos-Rivera, M. E., Chacón-Andrade, E. R., Gómez-Gómez, N. y Calito-Palacios, R. A. (enero-junio, 2023). *Síntomas de depresión, ansiedad y estrés en una muestra de estudiantes universitarios de nuevo ingreso*. *Veritas & Research*, 5(1), 28-37. <http://revistas.pucesa.edu.ec/ojs/index.php/journal=VR&page=article&op=view&path%5B%5D=132>
- Lobos Rivera, M. E., Rivera Peña, D. A. & Rodríguez Vásquez, J. M. (2023). *Validez y confiabilidad en el contexto salvadoreño de la escala de rendimiento académico universitario*. *entorno*, (75), 32-39. <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i75.16936>
- Lobos Rivera, M. E., Ventura-Romero, J. M., Flores-Monterrosa, A. N., Durán-Hernández, T. y Umanzor-Gómez, V. M. (2022). *Análisis factorial confirmatorio de la escala de depresión, ansiedad y estrés en una muestra de estudiantes universitarios salvadoreños*. *entorno*, (73), 23-31.
- López Arias, E. M., Correa Becerra, T. y Carmona Parra, J. A. (enero-junio, 2024). *Relación entre conducta suicida y ansiedad en estudiantes universitarios*. *Tempus Psicológico*, 7(1). <https://doi.org/10.30554/tempuspsi.7.1.4562.2024>
- López Sotomayor, D. M., Eraña Rojas, I. E., Segura-Azuara, N. D. L. Á., Piedra Noriega, I. D., Díaz Elizondo, J. A. & López Cabrera, M. V. (2020). *Percepciones de los profesores sobre de la deshonestidad en estudiantes de Medicina: prevalencia, motivaciones e implicaciones*. *Educación Médica*, 21(5), 285-291.
- MacFarland, T. W. & Yates, J. M. (2016). *Kruskal-Wallis H-Test for one-way analysis of variance (ANOVA) by ranks*. In *Introduction to nonparametric statistics for the biological sciences using R* (pp. 177-211). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30634-6_6
- Martínez-Otero, V. (2007). *Los adolescentes ante el estudio. Causas y consecuencias del rendimiento académico*. Fundamentos.
- Mena, F. J., De Paz, V., Avilés, M., & Orantes, L. (2021).

- Educabilidad y salud mental de universitarios salvadoreños durante la pandemia por Covid-19. Ciencia y Educación*, 5(3), 19-38. <https://revistas.intec.edu.do/index.php/ciened/article/view/2135>
- Mize, J. L. (2024). *Depression, anxiety, and stress symptoms and coping strategies in the context of the sudden course modality shift in the Spring 2020 semester. Current Psychology*, 43(5), 3944-3955.
- Montero, I. y León, O. G. (2007). *A guide for naming research studies in Psychology. International Journal of clinical and Health psychology*, 7(3), 847-862. <https://www.redalyc.org/pdf/337/33770318.pdf>
- Moskow, D. M., Lipson, S. K. & Tompson, M. C. (2024). *Anxiety and suicidality in the college student population. Journal of AMERICAN College Health*, 72(3), 881-888. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07448481.2022.2060042>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Trastornos de ansiedad*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders>
- Ortega Reyes, J. I. y González Bañales, D. L. (2016). *El ciberacoso y su relación con el rendimiento académico. Innovación Educativa (México, DF)*, 16(71), 17-38. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v16n71/1665-2673-ie-16-71-00017.pdf>
- Pérez Padilla, E. A., Chalé Maldonado, J. D. y Salgado Burgos, H. (2023). *Prevalencia de depresión y ansiedad en estudiantes de medicina: Un estudio longitudinal. Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 10(20). <https://ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/813>
- Picardo Joao, O., Abrego, A. M. y Cuchillac, V. (2020). *Educación y la COVID-19: Estudio de factores asociados con el rendimiento académico online en tiempos de pandemia (caso El Salvador)*. UFG Editores. <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/handle/11592/9645>
- Preciado-Serrano, M. L., Ángel-González, M., Colunga-Rodríguez, C., Vázquez-Colunga, J. C., Esparza-Zamora, M. A., Vásquez-Juárez, C. L. y Obando-Changuán, M. P. (2021). *Construcción y validación de la escala RAU de rendimiento académico universitario. Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*, 3(60), 5-14. <https://www.aidep.org/sites/default/files/2021-07/RIDEP60-Art1.pdf>
- Rabanal-León, H. C., Aguilar-Chávez, P. V., Figueroa-Rojas, P. D. V., Peralta-Iparraguirre, A. V., Rodríguez-Azabache, J. y Yupari-Azabache, I. L. (2023). *Características asociadas a la depresión, ansiedad y estrés en estudiantes universitarios. Enfermería Global*, 22(71), 152-178. <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v22n71/1695-6141-eg-22-71-152.pdf>
- Roco-Videla, Á., Landabur-Ayala, R., Maureira-Carsalade, N. y Olguín-Barraza, M. (2023). *¿Cómo determinar efectivamente si una serie de datos sigue una distribución normal cuando el tamaño muestral es pequeño?: Nutrición Hospitalaria*, 40(1), 234-235. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v40n1/0212-1611-nh-40-1-234.pdf>
- Sánchez Turcios, R. A. (2015). *Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney: mitos y realidades. Revista mexicana de Endocrinología Metabolismo & Nutrición*, 2(1), 18-21. <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistamexicanadeendocrinologiametabolismo&nutricion/2015/vol2/no1/3.pdf>
- Serna-Solari, L., Castillo-Cornock, T. B. y Viera-Quijano, Y. G. (2023). *Ansiedad, autoestima y hábitos de estudio en relación al rendimiento académico de estudiantes universitarios peruanos: Contexto Covid-19. Avances en Odontoestomatología*, 39(1), 2-8. <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v39n1/0213-1285-odonto-39-1-2.pdf>
- Smith, C. K., Peterson, D. F., Degenhardt, B. F. & Johnson, J. C. (2007). *Depression, anxiety, and perceived hassles among entering medical students. Psychology, Health & Medicine*, 12(1), 31-39.
- Tomczak, M. & Tomcak, E. (2014). *The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. Trends Sport Sciences*, 1(21), 19-25. http://www.wbc.poznan.pl/Content/325867/5_Trends_Vol21_2014_%20no1_20.pdf
- Trunce Morales, S. T., Villarroel Quinchalef, G. D. P.,

- Arntz Vera, J. A., Muñoz Muñoz, S. I. y Werner Contreras, K. M. (2020). *Niveles de depresión, ansiedad, estrés y su relación con el rendimiento académico en estudiantes universitarios. Investigación en Educación Médica*, 9(36), 8-16. <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v9n36/2007-5057-iem-9-36-8.pdf>
- Vaamonde, J. D. y Omar, A. (2008). *La deshonestidad académica como un constructo multidimensional. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 38(3-4), 7-27. <https://www.redalyc.org/pdf/270/27012440002.pdf>
- Vega García, L. (1998). *Historia de la Psicología*. Siglo XXI.
- Ventura-León, J. L. (2019). *Tamaño del efecto para Kruskal-Wallis: Aportes al artículo de Domínguez-González et al. Investigación en educación médica*, 8(30), 135-136. <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v8n30/2007-5057-iem-8-30-135.pdf>
- Villamizar Acevedo, G. y Romero Velásquez, L. C. (2011). *Relación entre variables psicosociales y rendimiento académico en estudiantes de primer semestre de psicología. Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(1), 41-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5386246>
- Villatoro, M. (2019). *Las prácticas culturales de alimentación y el efecto en el rendimiento académico en estudiantes universitarios. Revista REDISED*, 1(1), 29-46. <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/redised/article/view/1506>

Colombia y la OCDE: Evaluación medioambiental de los casos de Barrancabermeja y Bucaramanga (Santander – Colombia)

Colombia and the OECD: An Environmental Evaluation in the Barrancabermeja and Bucaramanga Cases (Santander – Colombia)

Jean Carlos Delgadillo

Docente de Química y Termodinámica de la Universidad

Unidades Tecnológicas de Santander de Barrancabermeja. Colombia.

Doctorando de la Universidad Internacional Iberoamericana de México.

jecadegi@gmail.com

Orcid 009 0002 8928 4478

Ramón Sánchez Noda

Ramón Sánchez Noda

Doctor en Ciencias Económicas de la Universidad de La Habana.

Investigador asociado de la Universidad Luterana Salvadoreña.

sancheznodaramon@gmail.com

Orcid 0009-0004-6162-8077



DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.vli78.18981>

URI: <http://hdl.handle.net/11298/1370>

Recibido: 23 de septiembre de 2024

Aprobado: 10 de diciembre de 2024

Resumen

La conservación del medioambiente es primordial para el equilibrio económico y social, y para mejorar la calidad de vida en los países latinoamericanos. En Colombia aún coexisten varios problemas ambientales a pesar de su ingreso en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 2018, lo que implicaría una mejora ambiental. Por ello, este estudio se centra en explicar la realidad ambiental a partir del análisis de los planes y proyectos

Abstract

Environmental conservation is key within the economic balance for a better quality of life in Latin American countries. In Colombia, various environmental issues continue to persist despite the country's affiliation with the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) in 2018, which would imply significant environmental improvements. Therefore, this study focuses on diagnosing the environmental reality through the analysis of the plans and projects that

desarrollados durante el proceso de admisión y adhesión definitiva de Colombia a la OCDE. Bucaramanga y Barrancabermeja. La investigación adopta una postura epistemológica positivista, con un enfoque cuantitativo y un enfoque descriptivo, en el que el análisis del conocimiento y la percepción de los diferentes actores involucrados en el tema, como entidades públicas y privadas, la comunidad académica, la comunidad vecina a las áreas investigadas y las ONG, son fundamentales.

Las dimensiones medioambientales estudiadas fueron las siguientes: (a) minería, (b) fuentes hídricas, (c) residuos sólidos y (d) aire. La investigación logró identificar la realidad ambiental durante y después del proceso de admisión de Colombia a la OCDE, lo que confirma que esta realidad aún está en desventaja a pesar de todas las condiciones establecidas por el organismo internacional. Por el contrario, se propone un plan de acción para lograr que Colombia esté más comprometida y mejor asesorada por los países miembros de la OCDE para avanzar colectivamente hacia el desarrollo sostenible del país.

Palabras clave

Colombia-calidad del aire. Colombia-aspectos ambientales. Calidad ambiental. Contaminación- aspectos ambientales.

were developed during Colombia's admission and final accession to the OECD in the cases of Bucaramanga and Barrancabermeja. This research adopts a positivist epistemic position, a quantitative paradigm, and a descriptive research level, with a key emphasis on analyzing the knowledge and perception of different actors involved in the topic, such as public and private entities, the academic community, the adjoining community, and NGOs.

As a data gathering technique, a survey was employed; the instrument used was a polytomous questionnaire which encompassed four specific dimensions in the environmental field such as: (a) mining, (b) water sources, (c) landfills, and (d) air. Finally, it was possible to identify the environmental reality during and after Colombia's admission process to the OECD; this reality continues to be at a disadvantage despite all the conditions set by the international organization. It is expected that with this OECD membership, Colombia --as a nation-- will be more committed and that better guidance will be received from the member countries, in order to collectively advance towards the sustainable development of the country.

Keywords

Colombia-air quality. Colombia-environmental aspects. Environmental quality. Pollution-environmental aspects.

Introducción

La crisis medioambiental global supone una seria limitación para el logro de la calidad de vida. Esto ocurre cada vez que el ser humano atenta contra la naturaleza al adoptar conductas que degradan su entorno y ponen en peligro el medioambiente, ya sea excediendo o utilizando inadecuadamente los recursos naturales.

La existencia de organizaciones que buscan mitigar los efectos de este uso inadecuado de los recursos representa una lucha colectiva en la que los países muestran interés en participar al pertenecer a ellas. Tal es el caso de Colombia y su esfuerzo por pertenecer a la OCDE, cuya membresía garantizaría la calidad de las políticas públicas. Cuatro años después de lograr

este propósito, es necesario realizar una revisión en profundidad. Esta revisión incluiría un análisis serio que permita establecer una comparación entre la situación ambiental del país antes de iniciar el proceso de adhesión, durante este, y los compromisos y cambios normativos asumidos por el Estado colombiano al ingresar a la OCDE. Cuatro años después de lograr este propósito, es necesario realizar una revisión en profundidad.

Tras la Evaluación de Desempeño Ambiental: análisis de resultados ambientales realizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 2019, Colombia se comprometió a realizar una serie de cambios ambientales, en total 45 compromisos ambientales, relacionados con la lucha contra la deforestación, la protección de líderes ambientales, sociales e indígenas, la protección del espacio marino y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, con el fin de lograr el objetivo de ser aceptados por dicha organización. Teniendo en cuenta lo anterior, las ciudades de Bucaramanga y Barrancabermeja fueron seleccionadas por ser las dos principales ciudades del departamento de Santander, elegido por el Gobierno Nacional “entre todos los departamentos de Colombia, para mostrarle a la OCDE la capacidad económica y la competitividad del país en los mercados internacionales. Este departamento ha tenido la productividad regional más alta de los últimos diez años” (OCDE, 2022).

De los 45 compromisos adquiridos, 14 son aplicables al área de estudio y están directamente relacionados con la minería, los recursos hídricos, los residuos sólidos y la calidad del aire.

La investigación utilizó un amplio soporte bibliográfico relacionado con el desempeño ambiental, la gobernanza, el marco referencial y legal de la OCDE y, por último, el marco normativo ambiental colombiano, transversalizado por sus condiciones sociales, económicas y políticas, además del marco conceptual sobre minería, recursos hídricos, residuos sólidos y aire.

Sin embargo, en los casos de Bucaramanga y Barrancabermeja aún existen necesidades de cuidado

ambiental, como la contaminación del agua por basureros cercanos, el alto flujo de vehículos que contamina el aire y una planta de refinación de carburo que data de antes del ingreso del país a la OCDE y que no ha mejorado a pesar de los compromisos adquiridos por el país.

La investigación presenta una metodología basada en la apropiación del marco teórico, el marco referencial y el estado del arte, y en la aplicación de encuestas y entrevistas a un total de 380 personas con relación directa y conocimiento práctico de la situación ambiental de las dos ciudades de estudio. El análisis de los datos se realizó con el programa informático SPSS 2.0, que ofrece una contextualización y resultados reales de la percepción y el preconocimiento de la muestra seleccionada. La contaminación ambiental, variable dependiente, se ajusta a las variables independientes, que se agrupan en cuatro grandes bloques: minería, recursos hídricos, residuos sólidos y aire.

Los resultados obtenidos de las encuestas, entrevistas y toda la información recopilada y analizada confirman los graves problemas ambientales que aún existen en Bucaramanga y Barrancabermeja. Finalmente, se propone un plan de acción aplicable que garantice una mejora en la calidad de vida de las personas que viven cerca de zonas de especial interés ambiental en las dos ciudades estudiadas.

Marco referencial

Existen diversas definiciones y marcos jurídicos, políticos, económicos y sociales relacionados con el medioambiente, por lo que se requiere un marco general para profundizar en este tema y mostrar los principales elementos a tener en cuenta.

El concepto de medioambiente dado por la Organización de las Naciones Unidas (1992) se relaciona con el “conjunto de todas las cosas vivas que nos rodean, de las cuales se obtienen agua, comida, combustibles y materias primas que sirven y se utilizan para fabricar

las cosas de uso diario, denominados también servicios ecosistémicos”. El medioambiente corre peligro de agotamiento cuando se abusa o se hace un mal uso de los recursos naturales que se obtienen de él. Hoy en día, la contaminación del agua y del aire, la desaparición de los bosques debido a los incendios y a su sobreexplotación y la extinción de animales por exceso de caza y pesca son problemas que suscitan una gran preocupación.

Por ello, la ONU (2002) propuso centrar sus esfuerzos en la cuestión ambiental en lo que denominó «desarrollo sostenible», que busca que las personas se desarrollen de la mejor y mayor manera posible, siempre que no pongan en peligro el medioambiente.

En relación con el medioambiente, no se podría dejar de hablar específicamente del derecho a un medioambiente sano, que ha sido definido en diferentes declaraciones por las Naciones Unidas y cuya conceptualización es una de las más completas y legítimas a nivel mundial. Según la ONU (1992), este derecho es

el que tienen todas las personas a vivir en un ambiente adecuado para su salud y bienestar. En el ámbito regional, su reconocimiento incluye el derecho a contar con servicios públicos básicos, así como la obligación del Estado en relación con la protección, preservación y mejoramiento del ambiente.

¹Beneficios de la naturaleza al ser humano haciendo posible su vida a través de cuatro tipos diferentes: servicios de abastecimiento, servicios de regulación, servicios de apoyo y servicios culturales.

La degradación del medioambiente a nivel global merece realmente una toma de conciencia que lleve a cambios radicales en muchos niveles: por un lado, las políticas de los gobiernos; por otro, las de las empresas multinacionales que dominan el mundo, y por último, la falta de educación ambiental que debería llegar a cada niño en formación. De lo contrario, en mi opinión personal, el mundo sigue girando en un mar de

incompetencia y burocracia donde los más perjudicados son los más débiles: el ciudadano de a pie.

Entre los grandes problemas medioambientales que existen en la actualidad se encuentran la minería, los recursos hídricos, los residuos sólidos y la contaminación atmosférica.

Minería

La minería representa cerca del uno por ciento de la fuerza laboral mundial, es decir, 30 millones de personas. No existen datos fiables sobre el número de lesiones, pero son considerables, al igual que el número de trabajadores afectados por enfermedades profesionales incapacitantes, como la neumoconiosis, la pérdida de audición y los efectos de las vibraciones (Organización Internacional del Trabajo, 2015). La minería en Colombia cuenta con una rica diversidad de recursos minerales, lo que genera numerosos retos, especialmente en lo que respecta a su impacto ambiental y social, como la afectación de flora y fauna, la pérdida de vegetación y la contaminación de fuentes hídricas, entre otros. Por tanto, es fundamental gestionar estos procesos de manera responsable para proteger el medioambiente y la salud humana.

Recursos hídricos

Los recursos hídricos son todas las fuentes de agua disponibles en un entorno determinado que pueden utilizarse para diversos fines, tanto humanos como ecológicos. El Banco Mundial (2015) “estima que más del 80 % de las aguas residuales del mundo, aproximadamente 2.000 millones de toneladas diarias, se descargan sin tratamiento en ríos, lagos y océanos”. Colombia, aunque no sufre estrés hídrico, presenta insuficiencias normativas. Existen poblaciones, incluidas etnias indígenas nativas como los wayúu, que sufren impactos ambientales por la escasez de agua, ya sea por el cambio climático o por la corrupción, y la respuesta del Estado colombiano es aún lenta o casi inexistente. Es indispensable implementar estrategias integrales para solucionar el problema del consumo de agua.

Residuos sólidos

La gestión de los residuos sólidos es un reto mundial crucial debido al crecimiento de la población y al aumento del consumo. Según la Corporación Andina de Fomento (2015), “el planeta genera aproximadamente 2.01 mil millones de toneladas de residuos sólidos urbanos anualmente, y esta cifra puede duplicarse para el año 2050 si no se implementan cambios significativos en las políticas de gestión de residuos”. En Colombia, el informe de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios sobre la disposición final de residuos sólidos (2017) aclara que,

en diciembre de 2017 el país contaba con 216 rellenos, de los cuales 28 tienen su vida útil vencida, 33 cuentan con una vigencia de 0 a 3 años, 34 rellenos con una vigencia de 3 a 10 años, 48 rellenos tienen una vida útil de más de 10 años, y de 73 rellenos no cuentan con algún tipo de información.

Por ello, es vital establecer políticas de gestión integrada que incluyan la reducción en origen, el fomento del reciclaje y la adopción de tecnologías avanzadas para el tratamiento de residuos y la economía circular.

Aire

La calidad del aire se refiere a la medida en la que un entorno específico está limpio o contaminado en función de la concentración de diversos contaminantes que pueden afectar negativamente a la salud humana, el medioambiente y el clima. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2024), alrededor de 7 millones de personas mueren cada año por la exposición a partículas finas de aire contaminado. El informe de la OMS (2024) afirma que el 91 % de la población mundial vive en lugares donde los niveles de calidad del aire superan los límites recomendados. En Colombia, la autoridad responsable del monitoreo de la calidad del aire es el Departamento de Hidrología, Meteorología y Condiciones Ambientales (IDEAM), que se encarga de monitorizar la calidad del aire en la mayor parte del país a través de estaciones ubicadas en diferentes localidades,

en colaboración con empresas autónomas regionales. El reto de la contaminación atmosférica requiere una acción concertada a nivel global y local (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Hay que trabajar conjuntamente para aplicar normas de emisión más estrictas y promover el uso de energías renovables.

Estos escenarios han contribuido al deterioro de la calidad de vida de las poblaciones humanas circundantes. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD),

los problemas ambientales son impulsados por fuerzas motrices como los cambios de uso de suelo (ganadería, agricultura, urbanismo, cultivos ilícitos e infraestructura); la disminución, la pérdida y la degradación de elementos en los ecosistemas nativos y agroecosistemas (agroindustria, minería, hidroeléctricas, urbanización y sobreexplotación de peces); la contaminación del agua (minería y uso de plaguicidas) y el cambio climático (Ramírez, 2015, p. 23).

Colombia y la OCDE

Existen muchos lineamientos internacionales que abordan el tema ambiental, pero, para efectos de este estudio, se toman los lineamientos de la OCDE debido a la legitimidad, coherencia e importancia de esta organización, que cuenta con grandes facultades, procesos de investigación e inversión en el cuidado y proyección del medioambiente a nivel mundial.

Los países que se adhieren a la OCDE deben practicar los principios de la economía de mercado y tener un sistema de gobierno de democracia pluralista, comprometerse a revisar periódicamente temas relacionados con la administración pública, la agricultura y la alimentación, los asuntos sociales, la migración y la salud, la ciencia y la tecnología, el medioambiente, entre otros, que son revisados y discutidos por grupos de expertos que destacan los avances y retrocesos de cada área en cada uno de los países miembros.

En 2010, Colombia inició el proceso para ingresar en la OCDE, en cumplimiento de la Ley 7 de 1991, artículo 2, que establece que la política exterior del país incluye promover la internacionalización de la economía. El presidente de la época, Juan Manuel Santos (2010-2018), fue quien comprometió al país a formar parte de este reconocido grupo de “países ricos”.

En 2013, se oficializó la intención de Colombia de ingresar a la organización, marcando así el inicio del proceso de participación, que supondría, en cierto modo, una garantía de calidad en las políticas públicas, reflejada en la implementación de políticas más adecuadas y mejores prácticas.

En el marco del proceso de vinculación, en 2014 la OCDE evaluó el desempeño ambiental de Colombia, lo que estableció una hoja de ruta estipulada por los miembros de la OCDE que fijó como condición para la entrada de Colombia el cumplimiento de 250 instrumentos legales, los cuales fueron revisados y evaluados constantemente por expertos de la organización para luego ser presentados a los diferentes comités y ante el Consejo de la OCDE para efectuar la evaluación formal de las políticas de Colombia en sus diferentes áreas de competencia (OCDE, 2014).

Finalmente, en 2020, Colombia ingresó oficialmente en la OCDE como el país número 37, adquiriendo así compromisos en las diferentes áreas económicas, sociales y, sobre todo, ambientales. En este sentido, se creó el Comité de Política Ambiental (EPOC) y el Comité de Químicos, que busca identificar y adoptar mejores

políticas públicas y mejores prácticas de acuerdo con los resultados de la evaluación del desempeño de Colombia por parte de la OCDE.

Problemática

El departamento de Santander es uno de los treinta y dos departamentos que conforman Colombia y se seleccionó para mostrar a la OCDE la capacidad económica y la fuerza competitiva del país en los mercados internacionales, ya que fue la región más productiva durante la última década, como afirma el informe de la OCDE (2022). Sin embargo, no se ha actuado en temas ambientales en las dos principales ciudades del departamento: Bucaramanga y Barrancabermeja. Las dos ciudades objeto de estudio comparten cuatro graves problemas relacionados con el medioambiente: minería ilegal, contaminación del agua, gestión deficiente de los residuos sólidos y contaminación del aire. Aunque estas deficiencias ya existían antes de que el país ingresara en la OCDE, se esperaba una mejora de las condiciones ambientales tras el proceso de admisión.

Estos problemas afectan a la comunidad desde hace varios años y las posibles soluciones se han visto obstaculizadas por diversas razones, entre ellas, la falta de gestión político-administrativa y de recursos.

La tabla 1 presenta de manera concisa las cuatro grandes problemáticas que aquejan a las dos ciudades principales del departamento de Santander.

Tabla 1. Principales problemas ambientales: Bucaramanga y Barrancabermeja

PROBLEMA	BUCARAMANGA	BARRANCABERMEJA
Contaminación ambiental por minería	“La minería ilegal sigue avanzando en la escarpa occidental de Bucaramanga y que amenaza con erosionar más la montaña y contaminar las fuentes hídricas. Solo en ese sector, hay al menos 14 barrios y siete asentamientos. En el área de influencia del Páramo de Santurbán en los últimos años, unas 400 personas, coordinadas por mafias, entre locales y foráneos, extraen oro en las 280 hectáreas que le correspondía explorar a la multinacional canadiense Eco Oro. En la actualidad, esta área, abandonada a su suerte por el Estado tras la salida de la compañía” (Alguero, 2024).	“Hace unas semanas la autoridad ambiental de Santander, CAS, ratificó la licencia ambiental para que haya explotación de carbón a cielo abierto con la empresa Colcco S.A. en Carmen de Chucurí, el que limita con la ciudad de Barrancabermeja. La gente indispuesta asegura que son más de 1.900 hectáreas concesionadas para la explotación y, según ellos, el río Cascajares podría contaminarse y de este afluente se abastecen varias comunidades” (Múnera Zambrano, 2023).
	Causa: Escasa supervisión por parte de la autoridad competente, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (Alguero, 2024).	Causa: Datos de la autoridad que no se corresponden con la realidad. Al socializar el proyecto, anuncian 30 hectáreas, pero la comunidad asegura que son más de 1900 hectáreas concesionadas (Múnera Zambrano, 2023).
Contaminación del aire	“46.200 toneladas de monóxido de carbono y en material particulado 2.5 PM/ m³ alrededor de 390 toneladas” (Caracol Radio, 2023).	“Los gases que superaron niveles máximos permisibles exigidos por la Resolución 610 de 2010 fueron el PM10, NO₂, O₃ y el H₂S” (Hernández, 2014).
	Causa: “600 mil vehículos y 204 empresas en la zona industrial de Girón” (Caracol Radio, 2023).	Causa: “Aumento en el parque automotor; las combustiones tanto de vehículos como comerciales e industriales hacen parte de la formación del O₃” (Caracol Radio, 2022).

Contaminación de aguas	“Concentraciones de 163 PM de mercurio por litro de agua cuando el máximo permitido son 2 PM/m ³ (Semana, 2023).	“Disposición de residuos. presencia de mercurio que se ha identificado en los recursos hídricos que abastecen a la población por la caída de lixiviados” (Bucaramanga, 2017).
	Causa: “La Procuraduría General de la Nación también lanzó la alerta en la cual se informó sobre el incremento en los niveles de mercurio en dicho afluente, debido al desarrollo de actividades relacionadas con la minería ilegal” (Semana, 2023).	Causa: “La caída de lixiviados del relleno sanitario Yerbabuena, administrado por la empresa Rediba, ubicado en la vereda Patio Bonito, en el mismo sector donde se encuentra la ciénaga San Silvestre, espejo de agua donde el acueducto capta el líquido, señalan sería el principal motivo de la contaminación” (Bucaramanga, 2017).
Contaminación ambiental por residuos sólidos	“El sitio de disposición final de residuos sólidos El Carrasco funcionó como un botadero a cielo abierto durante aproximadamente veinte años, lo que implica que el sitio no existía control de lixiviados y gases, compactación de los residuos, cobertura diaria y final de los residuos, y control geotécnico y de estabilidad” (Mora, 2019).	“Para algunos habitantes de Barrancabermeja, ambientalistas y ONG, estas posibles irregularidades van desde construir el relleno sanitario en una zona de protección ambiental, hasta el vertimiento de lixiviados en los caños que alimentan el Humedal de San Silvestre, cuyas aguas se utilizan para surtir el acueducto de Barrancabermeja” (Cote, 2018).
	Causa: No aprovechamiento de recursos, ausencia de planta de tratamiento de lixiviados y metales pesados, vertido de residuos a cielo abierto.	Causa: “Como lo denuncian algunos exfuncionarios públicos y grupos ambientalistas, este relleno no solo atenta contra el medioambiente, sino que habría malos manejos en su puesta en funcionamiento. De hecho, la Fiscalía detectó posibles irregularidades que hoy tienen a Liliana Forero Cala, exgerente de Rediba —operadora del relleno—, con medida de aseguramiento” (Cote, 2018).

Nota. Información basada en los diferentes medios de comunicación citados.

Esta es una situación ambiental que exige una respuesta inmediata, por lo que es importante analizar estos problemas desde la perspectiva de la OCDE para llamar la atención de la organización y presionar al gobierno central para que tome decisiones. En 2014, la OCDE hizo un total de 45 recomendaciones a Colombia en materia ambiental (OCDE, 2014), pero tras hacer una revisión y contraste exhaustivos de las mismas, en la presente investigación se pudo verificar lo siguiente:

Para el contexto del área de estudio, se identificaron catorce recomendaciones ambientales, que se pueden agrupar en cuatro grandes áreas: minería, recursos hídricos, gestión de residuos sólidos y calidad del aire.

En consecuencia, en la tabla 2 se presentan las principales recomendaciones encuadradas en estos grandes grupos, que son la base del estudio sobre la situación ambiental en los dos municipios de Santander.

Tabla 2. Recomendaciones de la OCDE a Colombia aplicables a la zona de estudio

Minería	Recursos hídricos	Residuos sólidos	Aire
Exigir licencias ambientales para la exploración minera.	Mejorar la sostenibilidad financiera, social y ambiental de la prestación de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.	Elaborar una estrategia nacional de largo plazo en materia de residuos para reorientar la política desde el control de la contaminación hacia un enfoque preventivo.	Reforzar las tareas de reducción de los efectos de la contaminación atmosférica urbana.
Adoptar e implementar las medidas necesarias para impedir las actividades mineras en zonas protegidas.	Fortalecer la cooperación internacional y las capacidades para prevenir y hacer frente a derrames de productos petroleros y sustancias perjudiciales.	Promover un incremento de la inversión en infraestructura para aumentar la capacidad de tratamiento del manejo de residuos sólidos en consonancia con la demanda prevista.	La reestructuración de los tributos sobre combustibles y vehículos, teniendo en cuenta la contribución de estos a las emisiones de gases de efecto invernadero y los contaminantes atmosféricos locales.
Reforzar la base jurídica para la implementación de las compensaciones por pérdida de biodiversidad, especialmente en sectores clave como la minería.	Garantizar la implementación de los planes de gestión de cuencas hidrográficas y su integración con los relativos al uso del territorio.	Aumentar los índices de reciclaje, apoyando significativamente las actividades de educación y capacitación, extendiendo la recolección por separado.	

Especificar las medidas que se deben tomar para alcanzar las metas relativas a áreas protegidas terrestres.	Promover la participación pública en el proceso de las evaluaciones de impacto ambiental.	Reformar los instrumentos económicos con el fin de aumentar los incentivos para minimizar la generación de residuos y promover el reciclaje.	
---	---	--	--

Nota. Tomado de Evaluación de desempeño ambiental: Colombia 2014 (OCDE, 2014).

Método

Esta investigación se define por su enfoque descriptivo, correlacional y explicativo de un tema de actualidad: la presencia de Colombia en la OCDE y el avance, o no, de los compromisos ambientales de este país en Barrancabermeja y Bucaramanga para asegurar su permanencia en el selecto grupo de países con buenas prácticas políticas. Según Hernández Sampieri (2010), la investigación se ubica en una posición

epistémica positivista-paradigma cuantitativo, considerando que los datos a recopilar representarán en forma numérica la realidad observada, tal como lo refiere, en cuanto a las características de dicho paradigma “mide fenómenos, utiliza estadística, secuencial, deductivo, probatorio y analiza la realidad objetiva, generaliza resultados (p. 13).

Población y muestra

En el año 2023, las dos ciudades de estudio tenían un total de 839.685 habitantes. La muestra está formada por aproximadamente 384 personas, que se dividen en dos grupos: por un lado, personas que viven cerca de la zona de estudio o que trabajan cerca, y, por otro lado, estudiantes de los semestres 7, 8, 9 y 10 de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Electromecánica y los semestres 4, 5 y 6 de Tecnología en Gestión de Recursos Ambientales y Tecnología Electromecánica de las sedes de Barrancabermeja y Bucaramanga.

Se hicieron entrevistas a diez funcionarios de entidades como las alcaldías de Bucaramanga y Barrancabermeja, el Ministerio de Minas y Energía, Ecopetrol y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ya que estas entidades son las encargadas de gestionar todos los temas ambientales o que tienen incidencia en ellos.

Variables

El análisis comparativo de la realidad ambiental que se realizó tomó como variable dependiente la problemática ambiental. Tras el análisis bibliográfico de las áreas de estudio, se estableció que las siguientes variables no dependen de esta problemática:

- Minería
- Fuentes de agua
- Residuos sólidos
- Calidad del aire

La variable dependiente, es decir, el problema ambiental, se midió en la escala ordinal-razón.

Las variables independientes se incluyeron en la encuesta con el fin de comprobar cuál y qué tipo de relación tienen con la variable dependiente en su forma dicotómica, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Variables independientes, definición conceptual y operacional

Variables	Definición conceptual	Definición operacional
Actividades mineras	Se trata de actividades relacionadas con el descubrimiento y la extracción de minerales del suelo y el subsuelo. En la zona de estudio, las actividades mineras se centran en la extracción de materiales de construcción y oro (Ministerio de Minas y Energía, 2003).	Para todos los indicadores se utilizará la escala tipo Likert con opción de respuesta que toma los valores de 0 a 4, según (1) Nunca (2) A veces (3) Casi siempre (4) Siempre
Contaminación de recursos hídricos	Contaminación de los recursos hídricos: vertimiento de desechos, basura, residuos químicos y sustancias nocivas en cuerpos y fuentes de agua (Banco Mundial, 2020).	
Infraestructura y funcionamiento de manejo de residuos sólidos	Capacidad instalada para la disposición final de residuos sólidos en terrenos que no causen molestias ni peligro para la salud o la seguridad pública (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2017).	
Contaminación del aire	La contaminación del aire (tanto exterior como interior) es la presencia de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las características naturales de la atmósfera (OMS, 2022).	

Métodos, técnicas e instrumentos

La combinación de análisis documental, entrevistas y encuestas permitió obtener resultados y conclusiones coherentes y precisos. La encuesta se sometió a un proceso de prueba piloto para comprobar la fiabilidad de las distintas mediciones, y se identificó que las respuestas de los sujetos no diferían significativamente y que el alfa de Cronbach era de 0,80, lo que expresa un alto grado de precisión en las mediciones.

Plan de tabulación y análisis de los resultados

Las entrevistas se realizaron de manera escrita y verbal, dependiendo de la elección del funcionario, a través de plataformas de comunicación en tiempo real, lo que permitió recolectar información relevante

y actualizada sobre las decisiones administrativas de las entidades públicas adscritas al gobierno nacional y departamental que están directamente relacionadas con las realidades ambientales de las ciudades analizadas.

Resultados

Se llevó a cabo un balance comparativo de los países latinoamericanos miembros de la OCDE: México, Chile, Colombia y Costa Rica. En esta comparación no siempre se obtuvo información para todos los países, ya que esta depende de la evaluación del desempeño que realiza la OCDE para cada uno de sus países miembros.

En este contexto, la Tabla 4 destaca el desempeño ambiental de Colombia, Costa Rica y México en variables asociadas al suministro de energía, contaminación del aire, residuos municipales y recolección de agua, con datos de Colombia correspondientes a 2019, de México a 2020 y de Costa Rica a 2021.

Tabla 4. Estadísticas básicas de medioambiente de países OCDE de Latinoamérica

	año estudio	población (millones)	Crecimiento promedio últimos 5 años (%)	Suministro total de energía primaria per cápita (toe)	Suministro total de energía renovable	Exposición a contaminación del aire (más de 10 µg/m³ de PM 2,5, % de población)	Emisiones de CO2 por combustión de combustibles per cápita	Residuos municipales per cápita	Captación de agua per cápita
México	2020	128,9	1,1	1,4	9,6	99,5	4,5	0,4	0,7
Colombia	2019	50,3	1,4	0,9	22,7	99,3	1,5	0,2	3,2
Costa Rica	2021	5,2	0,8	1	51,5	99,9	1,4	0,3	0,6
OCDE	2019-2021		0,5 - 0,6	3,8 - 3,9	10,9 - 11,9	61,7	7,9 - 8,3	0,5	

Nota. Elaboración propia basada en Evaluaciones de desempeño de la OCDE en Colombia (2019), México (2020) y Costa Rica (2021).

De acuerdo con lo anterior, se confirma que Colombia presenta insuficiencia en las variables asociadas al impacto del consumo de energía, recursos hídricos y contaminación del aire.

- El suministro total de energía primaria *per cápita* la lidera México (1,4 toe), seguido de Costa Rica (1,0 tep) y Colombia (0,9 toe). En el suministro total de energía renovable, destaca Costa Rica con un 51,5 %, seguida de Colombia con un 22,7 % y México con un 9,6 %. Respecto a la contaminación atmosférica, destacan Costa Rica con un 99,9 %, seguida de México con un 99,5 % y Colombia con un 99,3 %.
- Las emisiones de CO₂ *per cápita* están encabezadas por México con 4.5 tCO₂, seguido de Colombia con 1.5 tCO₂ y Costa Rica con 1.4 tCO₂. Los residuos municipales *per cápita* son mayores en México con 0.4 t, seguido de Costa Rica con 0.3 t y Colombia con 0.2 t. Colombia encabeza la captación de agua *per cápita* con 3.2 m³, seguido de México con 0.7 m³ y Costa Rica con 0.6 m³.

Impuesto ecológico sobre el carbono y el CO₂

- Colombia ocupa el último lugar, liderado por Costa Rica, excepto en el Sistema de Comercio de Derechos de Emisión (ETS), donde México es el país con mejores resultados.

Índice de Desempeño Ambiental Global (EPI)

- Chile mantiene el liderazgo en el índice de desempeño ambiental en los años 2020 a 2024; Colombia ha tenido un desempeño decreciente, ocupando el segundo lugar en 2020 y el cuarto y tercer lugar, respectivamente, en los años 2022 a 2024.

Recursos hídricos: Chile aparece con más del 70 % de utilización de tratamiento de aguas residuales por una planta, seguido de México, luego Colombia con un 20 % y, en último lugar, Costa Rica con un 10 %.

- Chile aparece con más del 70 % de utilización de tratamiento de aguas residuales por una planta, seguido de México, luego Colombia con un 20 % y, en último lugar, Costa Rica con un 10 %.

Hacia una fiscalidad verde

Al analizar el porcentaje del PIB de los ingresos tributarios asociados a temas ambientales, se observa que Costa Rica ocupa el primer lugar con el 2,3 %,

seguida de Chile con el 1 %, México con menos del 1 % y, en último lugar, Colombia con poco más del 0,5 %.

Evaluación de los riesgos de corrupción en la concesión de permisos en el sector minero.

- Se puede afirmar la influencia que ejercen las empresas extractivas sobre los políticos para obtener permisos y aprovechar la desigualdad de poder e información para avalar proyectos extractivos, así como la falta de transparencia legal en la concesión de permisos en zonas mineras.

Pérdida de biodiversidad y deforestación.

- En el caso de Chile, la minería tiene un impacto desfavorable en los paisajes montañosos. En Colombia, preocupa la protección y delimitación de los ecosistemas de páramo. En México, las infraestructuras de transporte de hidrocarburos provocan degradación de los ecosistemas.

Minería ilegal

Hay indicios de que las cantidades de oro extraído ilegalmente de las zonas mineras remotas de Colombia han aumentado, y en 2018 representaron entre el 15 % y el 30 % de la producción de oro del país. Esta actividad se destina al contrabando a través de las fronteras con los países vecinos.

Los resultados de la comparación confirman que Colombia presenta importantes insuficiencias

asociadas a la gestión ambiental en el campo de la minería, la contaminación del aire y el consumo de agua por planta, así como otros indicadores relacionados con temas ambientales, tanto en magnitudes absolutas como relativas frente a sus pares latinoamericanos de la OCDE.

El estudio se ha llevado a cabo en las ciudades de Bucaramanga y Barrancabermeja

En esta sección se analizaron las encuestas de acuerdo con el bloque analítico establecido para cada una de las variables independientes, y también se establecieron los resultados de las entrevistas de acuerdo con cada uno de los 14 compromisos de Colombia ante la OCDE que responden a las necesidades de las ciudades objeto de estudio. Cabe señalar que a continuación se muestran los resultados más relevantes que permiten evaluar estas variables en las ciudades seleccionadas.

Primer bloque: Descriptivo de la población y la OCDE

Se aplicaron 390 encuestas con una sola opción de respuesta de opción múltiple para la etapa descriptiva y algunas preguntas dentro de los bloques que requerían respuestas dicotómicas. Para la sección de estudio de variables, se utilizaron respuestas de escala tipo Likert, superando el tamaño de la muestra determinado previamente (384) y, al no ser una cifra delimitante, se admitieron todas las respuestas para el análisis.

Tabla 5. Ciudad de residencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Barrancabermeja	253	64,9	64,9	64,9
	Bucaramanga	137	35,1	35,1	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

Los sectores de aplicación fueron las ciudades de Bucaramanga y Barrancabermeja, debido a la temática petrolera y sus implicaciones en más de una variable (aire, agua). Los participantes debían cumplir tres condiciones clave para hacer parte del ejercicio investigativo: conocer alguna de las cuatro variables de la realidad ambiental examinada (minería, recurso hídrico, manejo de residuos sólidos, calidad del aire), tener más de 18 años y residir de forma permanente o temporal en Barrancabermeja o Bucaramanga.

Colombia y la OCDE

Llama la atención el hecho de que más del 44 % de los encuestados no conocía este acontecimiento crucial para la política y la economía del país (ver tabla 6). El desconocimiento de la adhesión de Colombia a la OCDE puede tener varias implicaciones. En primer lugar, podría indicar deficiencias en los canales de comunicación y difusión de información sobre asuntos internacionales a nivel nacional.

Tabla 6. ¿Usted sabía que Colombia entró a formar parte de la OCDE en 2018?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	217	55,6	55,6	55,6
	No	173	44,4	44,4	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

Por otro lado, el desconocimiento general sobre la pertenencia a la OCDE podría indicar una falta de conciencia sobre los compromisos y estándares que Colombia ha asumido como miembro de esta organización, lo que a su vez podría afectar a la participación informada en debates y decisiones relacionadas con las políticas públicas y económicas.

Segundo bloque: Medioambiente

Es importante señalar que la abrumadora mayoría de los encuestados (83,3 %) indicó que no ha

observado mejoras ambientales en sus comunidades desde 2018, como se evidencia en la Tabla 7. Este resultado plantea preguntas significativas sobre el estado y la percepción del medioambiente en estas áreas específicas de Colombia. La alta proporción de respuestas negativas sugiere que la población local no percibe un progreso sustancial en términos de calidad ambiental, lo que podría tener importantes repercusiones en la salud pública, la calidad de vida y el bienestar general de la comunidad.

Tabla 7. ¿Usted ha observado mejoras ambientales en su comunidad a partir del año 2018?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	66	16,6	16,6	16,6
	No	324	83,3	83,3	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

La falta de percepción de mejoras ambientales podría indicar, por un lado, una insatisfacción generalizada con las políticas y acciones implementadas en relación con el medioambiente, lo que resalta la importancia de involucrar a la comunidad en la toma de decisiones y en la implementación de medidas para enfrentar los desafíos ambientales locales, y por otro, la existencia de desafíos persistentes relacionados con la contaminación, la gestión de residuos, la conservación de los recursos naturales y otros aspectos relacionados con el medioambiente.

Tercer bloque: Variables independientes

Desarrollo minero

Debido a la zona en la que se encuentran las dos ciudades en estudio, se preguntó sobre el desarrollo

minero y/o petrolero, lo que permitió indagar sobre la capacitación brindada por los organismos gubernamentales, los yacimientos de exploración y explotación, entre otros aspectos.

La tabla 8 establece si las personas están o no enteradas de que se desarrollan actividades mineras o petroleras en su comunidad, resultando que la gran mayoría (68 %) está enterada de que este tipo de actividades se llevan a cabo en su comunidad. La presencia de actividades mineras y petroleras en una comunidad puede tener impactos significativos en el medioambiente, la salud pública, la economía local y la dinámica social.

Tabla 8. ¿Conoce usted si en su comunidad se lleva a cabo minería o actividad petrolera?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	264	67,7	67,7	67,7
	No	126	32,3	32,3	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

El hecho de que el 67,7 % de los encuestados afirme que en su comunidad se desarrolla una actividad minera o petrolera sugiere que una parte importante de la población es consciente de su presencia en el entorno. Esto podría reflejar la presencia real de empresas mineras o petroleras en la región, así como la visibilidad de sus operaciones y su impacto en la comunidad. También es importante considerar que esta percepción puede verse

influida por la presencia física de infraestructuras relacionadas con la minería y la extracción de petróleo, así como por la información disponible sobre estas actividades a nivel local.

Tabla 9. ¿Considera que es un beneficio que en su comunidad haya actividad minera/petrolera?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	216	55,4	55,4	55,4
	No	174	44,6	44,6	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

Los resultados de la encuesta reflejan una división de opiniones respecto a si la actividad minera/petrolera se percibe como un beneficio para las comunidades locales. Aunque más de la mitad de los encuestados responden afirmativamente, un 44,6 % no percibe sus beneficios. Estos resultados subrayan la complejidad y diversidad de percepciones en torno a las industrias extractivas y ponen de relieve la importancia de abordar los retos asociados a estas industrias para garantizar un desarrollo sostenible que beneficie a las comunidades locales y al medioambiente. Además, cabe destacar que el 83,3 % de los encuestados no ha observado mejoras medioambientales en su comunidad en 2018.

Conjuntamente con lo anterior, el departamento de Santander se encuentra entre los cinco departamentos de Colombia que han experimentado un crecimiento de la minería ilegal en un 219 % en la década comprendida entre los años 2014 y 2023, según datos del Observatorio de Derechos Humanos y Defensa Nacional del Ministerio de Defensa (2023), frente a un incremento del 130 % a nivel nacional.

En Colombia, entre 2021 y 2022, el área utilizada para la minería ilegal aumentó en 5139 hectáreas, lo que representa un incremento del 8 %. Santander es uno de los diez departamentos del país que están en alerta, no solo por el aumento de la minería ilegal

en sus dos principales ciudades (Bucaramanga y Barrancabermeja), sino también por el uso de mercurio en dicha actividad, como ha denunciado la Procuraduría General de la Nación (órgano de control constitucional), lo que está causando un aumento de la deforestación, la contaminación de las fuentes hídricas y poniendo en riesgo la salud de los habitantes del departamento. También está en alerta por el uso de mercurio en la minería ilegal, como ha denunciado la Procuraduría General de la Nación (órgano de control constitucional), lo que está causando un aumento de la deforestación y la contaminación de las fuentes hídricas, y poniendo en riesgo la salud de los habitantes del departamento.

Contaminación de recursos hídricos

La percepción de la población sobre la contaminación del agua en la comunidad no es favorable, como muestra la Tabla 10, donde el 44,1 % de los encuestados considera que el agua de los ríos de su comunidad está contaminada, lo que resulta preocupante dado que este dato indica que casi la mitad de la muestra percibe que la calidad del agua de su entorno local es mala. Esta percepción podría basarse en observaciones directas de contaminación visual, olores inusuales, cambios en la vida acuática o informes sobre la calidad del agua procedentes de las autoridades locales o los medios de comunicación.

Tabla 10. ¿Usted considera que el agua de los ríos de su comunidad está contaminada?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	172	44,1	44,1	44,1
	No	218	55,9	55,9	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

Se debe destacar que la percepción de la calidad del agua puede variar significativamente dependiendo de la ubicación geográfica, la exposición individual a fuentes de contaminación y la información disponible. La percepción subjetiva de la calidad del agua también puede estar influenciada por factores culturales, socioeconómicos y educativos.

Infraestructura y funcionamiento de manejo de residuos sólidos

Al preguntar directamente a la comunidad (ver tabla 11) sobre la existencia de problemas con el manejo de basuras y la gestión de residuos, el 60 % de las personas encuestadas en Barrancabermeja y Bucaramanga respondieron que sí consideran que existen problemas con la gestión de residuos en su comunidad. Este resultado es preocupante, ya que indica que gran parte de la población está expuesta a problemas asociados al mal manejo de los residuos sólidos, como los malos olores, los lixiviados y la ausencia de reciclaje.

Tabla 11. ¿En su comunidad hay problemas con el manejo de la basura?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	234	60,0	60,0	60,0
	No	156	40,0	40,0	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

Hay varios factores que pueden explicar estos resultados. En primer lugar, Barrancabermeja y Bucaramanga son ciudades con una alta densidad de población y un crecimiento urbano rápido. Esto dificulta la gestión de los residuos sólidos, ya que aumenta la cantidad de basura generada y dificulta su recogida y tratamiento adecuados.

En segundo lugar, la falta de recursos económicos y humanos para la gestión de los residuos sólidos es un problema generalizado en Colombia. Esto dificulta que las autoridades implementen las medidas necesarias para reducir la cantidad de basura generada y tratarla adecuadamente.

En tercer lugar, la falta de concienciación sobre la importancia de una gestión adecuada de los residuos sólidos es un problema que afecta a toda la sociedad. Esto puede llevar a que la gente no recicle, no separe sus residuos y no los deposite en los lugares adecuados.

Contaminación del aire

Es bien sabido que la exploración y explotación de minerales e hidrocarburos también genera contaminación del aire debido a diferentes gases como el sulfuro de hidrógeno, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, etc. Ante esta realidad, se indagó sobre la percepción de las personas acerca de si consideran que el aire de su comunidad está contaminado. Los resultados (ver tabla 12) mostraron que el 62,3 % de las personas encuestadas en Barrancabermeja y Bucaramanga respondieron que consideran que el aire de su comunidad está contaminado.

Tabla 12 . ¿Usted considera que el aire de su comunidad está contaminado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	243	62,3	62,3	62,3
	No	147	37,7	37,7	100,0
	Total	390	100,0	100,0	

Hay varios factores que pueden explicar este resultado. En primer lugar, Barrancabermeja y Bucaramanga son ciudades industriales con un alto nivel de actividad económica. Esto genera una gran cantidad de emisiones contaminantes que pueden afectar a la calidad del aire. En segundo lugar, las ciudades se encuentran en zonas montañosas, lo que dificulta la dispersión de los contaminantes.

Las 10 entrevistas realizadas a funcionarios públicos de las entidades estatales encargadas de los temas ambientales, así como los resultados de las encuestas realizadas en las dos ciudades objeto de estudio, confirman los problemas y deficiencias ambientales en Colombia revelados en la investigación. Estos resultados se basan en datos cualitativos e información facilitada voluntariamente por los entrevistados, que la han proporcionado en función de su conocimiento y experiencia sobre la relación entre los compromisos adquiridos por Colombia ante la OCDE y la realidad ambiental de las dos ciudades objeto de estudio, lo que configura una especie de contraste y correlación de resultados.

Al hacer un balance de los resultados de las encuestas, entrevistas e información analizada para Colombia

y las ciudades objeto de estudio, se confirma que, en el reciente Índice de Riesgo Subnacional 2023, Santander, junto con Bogotá y Antioquia, fueron los departamentos con mayor riesgo en la categoría de medioambiente para 2022 y 2023. Esta categoría estuvo conformada por “variables que indicaban la cantidad de delitos por aprovechamiento ilícito de los recursos naturales renovables, por explotación ilícita de yacimiento minero y otros materiales, por daños en los recursos naturales y ecocidio, y por contaminación ambiental” (Análisis de Riesgo Colombia, 2024).

En términos de las cuatro variables estudiadas, las dos ciudades se encuentran en el mismo nivel o en un nivel inferior de impacto ambiental en comparación con la situación promedio del país. El impacto ambiental de la minería en la ciudad de Bucaramanga es superior al promedio nacional y en Barrancabermeja se encuentra en un rango similar; la calidad del aire en las dos ciudades estudiadas es inferior a la nacional, especialmente en lo que respecta a la cantidad de material particulado.

Por otro lado, los residuos sólidos son un problema nacional, pero en Barrancabermeja y Bucaramanga se intensifica por las deficientes tasas de reciclaje y la inadecuada gestión. En cuanto al recurso hídrico, se

han reportado problemas de calidad del agua en varias fuentes hídricas de Colombia, siendo Barrancabermeja y Bucaramanga ejemplos donde la contaminación microbiológica y química es más pronunciada.

Plan de acción propuesto

El plan de acción propuesto comienza con la creación de una oficina dentro del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, encargada de planificar, implementar y evaluar los compromisos aquí señalados y las actividades que se propone ejecutar, así como de mantener un contacto directo con la OCDE para su seguimiento. Esta oficina debería tener en cuenta los dos ejes siguientes:

Tema transversal 1: Reforzar la capacidad institucional y normativa de las entidades encargadas de la protección del medioambiente, así como la coordinación interinstitucional para la aplicación efectiva de las políticas medioambientales.

Tema transversal 2: Establecer mecanismos de seguimiento, evaluación y rendición de cuentas para garantizar el cumplimiento de los compromisos ambientales de la OCDE.

Acciones principales para las variables

Minería sostenible

1. Promover la formalización y el desarrollo de la minería artesanal y de pequeña escala.
2. Promover la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones y la gestión de los recursos mineros.
3. Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias y prácticas sostenibles en la industria minera, así como la restauración de las zonas afectadas.
4. Implementar programas de restauración de zonas afectadas por actividades mineras.
5. Fortalecer la regulación y el control ambiental de la actividad minera, especialmente en zonas de alto impacto ambiental.

Solución y recomendaciones

- Establecer programas de formalización que brinden apoyo técnico, legal y financiero a los mineros artesanales y de pequeña escala.
- Fomentar la implementación de tecnologías limpias y buenas prácticas en la minería artesanal y de pequeña escala.
- Promover la inversión en investigación y desarrollo de tecnologías limpias y prácticas sostenibles en la industria minera.
- Establecer alianzas entre los sectores público y privado, así como con instituciones académicas, para promover la innovación y el desarrollo de tecnologías sostenibles.
- Fortalecer la capacidad de las entidades gubernamentales encargadas de regular y controlar las actividades mineras.
- Establecer mecanismos de participación y consulta pública en la toma de decisiones.
- Implementar sistemas de sanciones y medidas correctivas para los casos de incumplimiento de la normativa ambiental.

Preservación del agua

1. Establecer programas de reforestación y conservación de cuencas para garantizar la disponibilidad y calidad del agua.
2. Implementar sistemas de monitorización y evaluación para medir el impacto de los programas de reforestación y conservación.
3. Implementar programas de reforestación y restauración de cuencas para garantizar la disponibilidad y calidad del agua.
4. Establecer normativas más estrictas para un uso sostenible del agua en la agricultura, la industria y el consumo doméstico.

Solución y recomendaciones

- Establecer alianzas estratégicas con ONG, empresas y comunidades locales para financiar y ejecutar programas de reforestación y conservación de cuencas hidrográficas.

- Desarrollar campañas de sensibilización y educación ambiental.
- Establecer alianzas con instituciones de investigación, universidades y expertos en restauración de ecosistemas.
- Promover la participación de voluntarios y grupos comunitarios en las actividades de restauración.
- Desarrollar programas de formación y asesoramiento.
- Elaborar políticas y normativas que promuevan el uso eficiente del agua.
- Establecer sistemas de control y seguimiento para evaluar el cumplimiento de la normativa y el impacto de las medidas aplicadas.
- Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras.

Manejo de residuos sólidos

1. Fortalecimiento de la fiscalización y sanción a empresas y municipios que incumplen con las normativas de gestión de residuos sólidos
2. Establecimiento de incentivos fiscales y económicos para las empresas que adopten prácticas sostenibles en la gestión de residuos

Recomendaciones adicionales

- Promover la educación y la concienciación sobre la importancia de una gestión adecuada de los residuos sólidos a nivel empresarial y comunitario.
- Fomentar la aplicación de programas de separación en origen y reciclaje a nivel doméstico y empresarial.
- Establecer alianzas estratégicas con el sector privado, la sociedad civil y el mundo académico para promover la investigación y la innovación en tecnologías y procesos sostenibles de gestión de residuos.

Calidad del aire

- Promover el uso de energías limpias y renovables para reducir la contaminación atmosférica.
- Fomentar el uso de energías limpias y renovables, así como de transportes públicos y privados no contaminantes.

Recomendaciones adicionales

- Desarrollar campañas de concienciación y educación sobre la importancia de la transición a las energías limpias y el uso de transportes limpios.
- Establecer alianzas estratégicas con el sector privado para promover la inversión en proyectos de energías renovables y transporte sostenible.
- Implementar programas de supervisión y seguimiento de la calidad del aire.

Conclusiones

El compromiso de Colombia con la OCDE en materia medioambiental es un paso importante hacia la sostenibilidad y la protección del medioambiente. Sin embargo, es crucial reconocer que el incumplimiento en temas como la minería, la preservación del agua, la gestión de residuos sólidos y la calidad del aire es preocupante y requiere atención urgente.

La minería sostenible es un gran reto en Colombia, donde la explotación de los recursos naturales ha tenido impactos negativos sobre el medioambiente y las comunidades locales. Es necesario promover prácticas mineras responsables y sostenibles que minimicen los impactos ambientales y sociales.

La preservación del agua es otro aspecto fundamental que requiere atención inmediata. La deforestación, la contaminación de las fuentes de agua y la sobreexplotación de los recursos hídricos afectan a la disponibilidad y calidad del agua en el país. Por tanto, es esencial aplicar estrategias de conservación y protección de los ecosistemas acuáticos.

La gestión de los residuos sólidos en Colombia es un grave problema, ya que una gran cantidad de ellos no se gestiona adecuadamente, lo que provoca la contaminación del suelo, el agua y el aire. Además, la falta de infraestructuras y de políticas eficaces de reciclaje y gestión de residuos agrava aún más la situación.

Por último, la calidad del aire y las emisiones de contaminantes atmosféricos en las ciudades de estudio (Barrancabermeja y Bucaramanga) son alarmantes, lo que afecta a la salud de la población y al medioambiente. Por tanto, es necesario implementar medidas más estrictas para reducir las emisiones y promover el uso de energías limpias y renovables.

El plan de acción ambiental propuesto aborda de manera integral y urgente los aspectos señalados con medidas concretas y efectivas para cumplir con los compromisos adquiridos con la OCDE y garantizar el desarrollo sostenible de Colombia. Para ello, es necesaria la participación activa del Gobierno, la sociedad civil y el sector privado, así como la asignación de recursos suficientes para implementar las acciones necesarias.

Referencias

- Alguero, M. O. (2024). Devastadora minería ilegal en Bucaramanga: Búsqueda de oro amenaza la escarpa occidental. *Vanguardia*. <https://www.vanguardia.com/economia/local/2024/02/24/devastadora-mineria-ilegal-en-bucaramanga-busqueda-de-oro-amenaza-la-escarpa-occidental/>
- Banco Mundial. (2020). *Agua*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>
- Bucaramanga. (2017). *Polémica en Barrancabermeja, por presunta contaminación del agua*. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16827032>
- Corporación Andina de Fomento. (2015). *Inseguridad económica del agua en Latinoamérica: De la abundancia a la inseguridad*. Banco de Desarrollo de América Latina. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/787>
- Cote, J. (2018). *Algo huele mal: Los problemas ambientales del basurero de Barrancabermeja*. *Semana*. <https://www.semana.com/impacto/articulo/relleno-sanitario-de-barrancabermeja-tiene-problemas-ambientales-y-de-corrupcion/40960/>
- Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *La contaminación atmosférica en Colombia*. Gov.Co. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/contaminacion-atmosferica/>
- Ministerio de Minas y Energía. (2003) *Glosario técnico minero*. <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Múnera Zambrano, M. (2023). *Bloquearán vías por oponerse a proyecto minero a cielo abierto en Santander*. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/colombia/santander/colcco-comunidad-se-opone-a-proyecto-minero-en-carmen-del-chucuri-732496>
- Organización Nacional de la Salud. (2024). *Contaminación del aire ambiente (exterior) y salud*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *El estado de los bosques del mundo 2016: Los bosques y la agricultura, desafíos y oportunidades*. <http://www.fao.org/3/a-i5850s.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo. (2015). *La minería: Un trabajo peligroso*. <https://www.ilo.org/es/resource/la-mineria-un-trabajo-peligroso>
- Organización de las Naciones Unidas. (2002). *Declaración de Johannesburgo sobre el desarrollo sostenible*. <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0667148.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Declaración de río sobre el medio ambiente y el desarrollo*. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2022). *Regional and metropolitan databases*. <http://dx.doi.org/10.1787/region-data-en>
- Pita-Morales, L. A. (2016). *Línea de tiempo: Educación ambiental en Colombia*. *Praxis*, 12(1), 118-125.

<https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/praxis/article/view/1853>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020a). *Evaluaciones del desempeño ambiental, México, 2020*. ODCE, CEPAL. https://www.oecd-ilibrary.org/governance/panorama-de-las-administraciones-publicas-america-latina-y-el-caribe-2020_4b9ea488-es

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020b). *¿Qué es la OCDE?* <https://www.oecd.org/en.html>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). *Estudios económicos de la OCDE: Colombia 2019*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/2019%20Economic%20Survey%20of%20Colombia_Spanish.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2014). *Evaluaciones del desempeño ambiental: Colombia, 2014*.

Ramírez Hernández, O. (2015). *Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(3), 293-310. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/45743>

Ramírez Hernández, O. J. (2006). *Reflexiones sobre el monocultivo de soja transgénica en Argentina: Una aproximación desde la geografía del*

azar tecnológico. *Revista Gestión y Ambiente*, 9(3), 81-90. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169421027005.pdf>

Semana. (25 de abril del 2019). *Colombia, uno de los cinco países con mayor deforestación en 2018*. *Semana*. <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/colombia-uno-de-los-cinco-paises-con-mayor-deforestacion-en-2018/43960>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2017). *Informe de disposición final de residuos sólidos 2017*. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/2._disposicion_final_de_residuos_solidos_-_informe_2017%20%281%29.pdf

Bibliografía

Andrade C., M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491-507. <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/2424>

Medina Suárez, M. N. (2014). *La investigación aplicada a proyectos: Identificación del proyecto y formulación de la investigación*. (2.^a ed., vol. 1). Centro de Investigaciones para el Desarrollo. https://cayein.com/wp-content/uploads/2019/02/La-investigacio%CC%81n-aplicada-a-proyectos_Volumen-I.pdf

Política editorial

Revista *entorno* - Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec)
ISSN versión impresa 2071-8748 y versión digitalizada 2218-3345
Revista indexada en Camjol y Latindex
Indicación para autores

Criterios generales para la aceptación de artículos

El Comité Editorial de *entorno* de la Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC), invita a la comunidad académica y público externo, nacional e internacional, a participar, con sus aportes, como autores de artículos originales de la revista.

La revista *entorno* se reserva todos los derechos legales de reproducción. Los artículos que reciben deben ser originales e inéditos, por lo que no deben ser publicados total o parcialmente en otras publicaciones en periodo previo a su publicación en esta revista. La presentación y publicación en fecha posterior serán posibles con previa autorización del editor y del autor del artículo.

La recepción de los trabajos no implica obligación de publicarlo, ni compromiso con respecto a la fecha de su aparición. La opinión expresada por los autores es de su exclusiva responsabilidad.

Envío del artículo

Cada artículo debe contener:

- Título (en español e inglés)
- Nombre del autor con su filiación institucional, correo electrónico, código ORCID
- Resumen / Abstract del contenido (máximo 120 palabras, en español e inglés)
- Palabras clave (mínimo tres palabras y máximo cinco, en español e inglés)
- Introducción
- Método
- Resultados
- Discusión / Análisis de resultados
- Conclusiones o discusión
- Referencias (solo las citadas en el texto y ordenas con formato APA 7.^a edición)

Los trabajos deben ser enviados en formato de Word a camila.calles@utec.edu.sv.

Para tener presente:

Los artículos que se envíen a la revista *entorno* deben ser redactados según normas estandarizadas APA, 7.^a edición.

Recomendaciones especiales para el autor

1. El artículo debe tener claridad, solidez y sustento bibliográfico suficiente.
2. Enviar adjunto o al final del artículo, un resumen de vida académica o científica del autor o autores (no más de un párrafo de 12 líneas como máximo).
3. En el caso de utilizar imágenes (gráficos, fotografías e ilustraciones), estas deberán ser originales, para obtener calidad al imprimir. Las tablas deberán construirse con el formato APA. Si se toma de algún texto o sitio web, debe colocarse una nota de su procedencia en todos los casos y enviar el archivo por separado. Si son palabras en otro idioma o latín, deberán estar en letra cursiva.

4. Ni la Utec, ni el Comité Editorial se comprometen con los juicios emitidos por los autores de los artículos. Cada escritor asume la responsabilidad frente a sus puntos de vista y opiniones.
5. El Comité Editorial se reserva el derecho de revisar cada artículo, y remitirlo a árbitros, para garantizar su calidad y, si es el caso, sugerir modificaciones. Igualmente, puede rechazar aquellos que no se ajusten a las condiciones exigidas.
6. El texto deberá contener las referencias o citas de conformidad con las normas APA. Las referencias se incluirán al final del trabajo, ordenándolas alfabéticamente por autor y, si fuere documento oficial, por el nombre de la institución o ley.

Idioma

La revista publica material fundamentalmente en español con los respectivos resúmenes y palabras clave en español e inglés.

Derechos de reproducción

Cada artículo se acompañará con una carta del autor principal, especificando que los materiales son inéditos y que no se presentarán a ningún otro medio antes de conocer la decisión de la revista. Adjuntar una declaración firmada indicando qué tipo de derechos de autor presenta su artículo, recordando que la Universidad sugiere utilizar el tipo libre acceso; sin olvidar mencionar la fuente. Los derechos de reproducción son propiedad exclusiva de la revista *entorno*.

Extensión y presentación

El artículo completo no excederá de 6.500 palabras, escritos a espacio y medio, con sangría de cinco espacios, sin espacios adicionales entre párrafos y entre títulos, en letra tipo Times New Roman, con un tamaño de diez puntos; con márgenes derecho, izquierdo, superior e inferior de tres centímetros.

Título y autores

Se recomienda pensar en títulos que tengan plena relación con el tema, limitándose a un máximo de 15 palabras. El contenido debe describirse en forma específica, clara y concisa, y evitar los títulos generales. Debajo del título se anotará el nombre y apellido de cada autor. En nota al pie de página se indicará la institución de procedencia, títulos académicos y cargo actual.

Resumen y palabras clave

Cada artículo se acompañará de un resumen en español y traducido al inglés, no superior a 120 palabras; para el caso de artículos derivados de investigación, el resumen debe indicar claramente: 1. Objetivos de estudio. 2. Lugar y fecha de realización. 3. Método. 4. Resultados principales con interpretación estadística y 5. Discusión o conclusiones. Para artículos diferentes a investigación, el resumen debe contener información relacionada con los objetivos, la metodología en la cual se apoya, síntesis de la tesis principal, la interpretación académica, los resultados y las conclusiones. No incluirá ninguna información o conclusión que no aparezca en el texto. El resumen deberá permitir a los lectores conocer el contenido del artículo y decidir si les interesa leer el texto completo. De hecho, es la única parte del artículo que se incluye, además del título, en los sistemas de difusión de información bibliográfica.

Cuerpo del artículo

Los trabajos que exponen investigaciones o estudios, por lo general, se dividen en los siguientes apartados, correspondientes al llamado formato IMRYD: introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. Los trabajos de actualización, reflexión y revisión bibliográfica suelen requerir otros títulos y subtítulos acordes con el contenido.

Referencias

Deberá reflejar la fuente completa (autores, año, título, edición, editorial, país, etc.). Se recomienda utilizar fuentes con ISSN e ISBN. Se sugiere consultar las normas APA, 7.^a edición, para la cita de monografías, revistas, documentos, entre otros.

Los artículos deberán tener no menos de 20 referencias enlistadas correctamente.

Líneas de investigación

La Utec lleva acabo estudios científicos guiados por estos ejes transversales: Género, Medioambiente, Innovación y Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) y desarrolla las siguientes líneas de investigación:

Área de conocimiento	Líneas de investigación
Economía, comercio y administración	• Innovación social • Turismo • Economía y comercio • Emprendimiento • Seguridad alimentaria • Mercadeo
Salud	• Salud mental
Ciencias sociales	• Prevención de la violencia • Psicología social • Psicología positiva • Migración internacional • Antropología urbana • Antropología simbólica • Patrimonio cultural • Comunicación social • Estudios sociales de la ciencia y la tecnología
Derecho	• Derechos de tecnología y ciberseguridad • Medioambiente
Ingenierías y tecnología	• Industria 4.0 • Desarrollo de aplicaciones • Medioambiente, cambio climático y riesgo • Tecnologías de la comunicación • Minería en criptomonedas • Transformación digital • Internet de las cosas (IOT)
Humanidades	• Herencia, historia y patrimonio • Cultura y lenguaje • Etnolingüística
	• Educación • Tecnologías aplicadas a la educación
	• Urbanismo • Patrimonio edificado • Recuperación de espacios públicos • Diseño arquitectónico



Universidad Tecnológica de El Salvador

Universidad Tecnológica de El Salvador
Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
Calle Arce y 19.^a Av. Sur, edificio *Dr. José Adolfo Araujo Romagoza*, 2.º nivel,
San Salvador, El Salvador, C. A.
vicerectoriadeinvestigacion@utec.edu.sv

ISSN 2071-8748



9 772071 874002

E-ISSN 2218-3345



9 772218 334000



0000000121130101

